

BEST AVAILABLE COPY

PAT-NO: JP02004301876A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2004301876 A

TITLE: PROJECTION OPTICAL DEVICE

PUBN-DATE: October 28, 2004

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KENNO, KOKICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OLYMPUS CORP	N/A

APPL-NO: JP2003091340

APPL-DATE: March 28, 2003

INT-CL (IPC): G02B027/18, G09F019/12 , H04N013/04

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a bright projection optical device whose illumination efficiency is good though it is compact because of a simple constitution by using a diffusing hologram enlarging the image of the exit pupil of a projection optical system, which is obtained by projecting the exit pupil thereof to an observation position, to a restricted area.

SOLUTION: The projection optical device is equipped with at least three projection optical systems 1; 1R, 1G and 1B for enlarging and projecting a video displayed on a display element, and equipped with concave mirrors 2 and

2' projecting the exit pupils 8R, 8G and 8B of the projection optical systems to an observer side, and a diffusing plate 3 arranged near the image projected by the projection optical system and consisting of a transmission type hologram enlarging the images of the exit pupils 8R, 8G and 8B of the projection optical systems projected by the concave mirrors 2 and 2', and is constituted so that the images 4' of the exit pupils of the respective projection optical systems projected by the concave mirrors and enlarged by the diffusing plate consisting of the transmission type hologram are projected so that they may at least partially overlap each other.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-301876

(43)Date of publication of application : 28.10.2004

(51)Int.Cl.

G02B 27/18
G09F 19/12
H04N 13/04

(21)Application number : 2003-091340

(71)Applicant : OLYMPUS CORP

(22)Date of filing : 28.03.2003

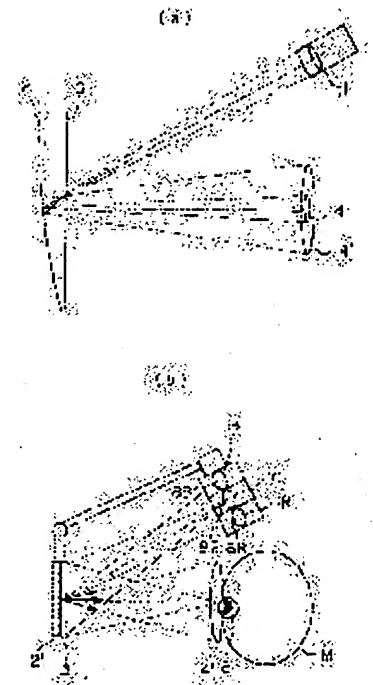
(72)Inventor : KENNO KOKICHI

(54) PROJECTION OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a bright projection optical device whose illumination efficiency is good though it is compact because of a simple constitution by using a diffusing hologram enlarging the image of the exit pupil of a projection optical system, which is obtained by projecting the exit pupil thereof to an observation position, to a restricted area.

SOLUTION: The projection optical device is equipped with at least three projection optical systems 1; 1R, 1G and 1B for enlarging and projecting a video displayed on a display element, and equipped with concave mirrors 2 and 2' projecting the exit pupils 8R, 8G and 8B of the projection optical systems to an observer side, and a diffusing plate 3 arranged near the image projected by the projection optical system and consisting of a transmission type hologram enlarging the images of the exit pupils 8R, 8G and 8B of the projection optical systems projected by the concave mirrors 2 and 2', and is constituted so that the images 4' of the exit pupils of the respective projection optical systems projected by the concave mirrors and enlarged by the diffusing plate consisting of the transmission type hologram are projected so that they may at least partially overlap each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

The concave mirror which is equipped with at least three projection optics which carries out expansion projection of the image respectively displayed on the display device including the display device, and projects the exit pupil of said at least three projection optics on an observer side, It has been arranged near the image projected by said at least three projection optics, and has the diffusion plate which consists of a transparency mold hologram which expands the image of the exit pupil of said at least three projection optics projected with said concave mirror. Projection optics equipment characterized by being projected with said concave mirror, and for the image of the exit pupil of each projection optics expanded with the diffusion plate which consists of said transparency mold hologram lapping mutually in part at least, and projecting it on it.

[Claim 2]

The projection-optics equipment according to claim 1 characterized by to be arranged so that the include angle which penetrates the diffusion plate with which the beam of light which results in the image of the exit pupil of said at least three projection optics to each of said expanded projection optics becomes the 1st time from said transparency mold hologram in the arrangement which penetrates twice the diffusion plate which consists of said transparency mold hologram may differ from the include angle which penetrate the diffusion plate which becomes the 2nd time from said transparency mold hologram.

[Claim 3]

Projection optics equipment according to claim 1 or 2 characterized by said concave mirror consisting of Fresnel lieberkuhn.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

Especially this invention relates to the projection optics equipment using the diffusion plate which consists of a hologram about projection optics equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art]

Projection optics equipment using the diffusion hologram as a screen is variously proposed from the former. However, since it is spread so that the light from the image projected on the screen side may be extended to some extent, the screen using the conventional diffusion hologram is used. This is the same as that of the diffusing screen which comes to mix usual white pigments or a usual transparency particle. However, since a diffusion hologram can restrict the diffusion angle of the diffused light which comes out of it, a comparatively bright image can be projected.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

However, in conventional projection optics equipment, since the view of restricting an observation location was not taken, even if it used the diffusion hologram, an image bright enough was not able to be projected. Therefore, it was small in the illumination-light study system, and the projection optics equipment which can project a bright image using the thing of low-power output was not able to be constituted.

[0004]

It is that lighting effectiveness offers good bright projection optics equipment with an easy configuration using the diffusion hologram expanded to the field which this invention was made [field] in view of such a trouble of the conventional technique, and the purpose projected [field] the exit pupil of projection optics on the observation location, and had the image of the projected exit pupil restricted though it is small.

[0005]

[Means for Solving the Problem]

The projection optics equipment of this invention which attains the above-mentioned purpose The concave mirror which is equipped with at least three projection optics which carries out expansion projection of the image respectively displayed on the display device including the display device, and projects the exit pupil of said at least three projection optics on an observer side, It has been arranged near the image projected by said at least three projection optics, and has the diffusion plate which consists of a transparency mold hologram which expands the image of the exit pupil of said at least three projection optics projected with said concave mirror. It is characterized by being projected with said concave mirror, and for the image of the exit pupil of each projection optics expanded with the diffusion plate which consists of said transparency mold hologram lapping mutually in part at least, and projecting it on it.

[0006]

In this case, it is desirable to be arranged so that the include angle which penetrates the diffusion plate with which the beam of light which results in the image of the exit pupil of said at least three projection optics to each of said expanded projection optics becomes the 1st time from said transparency mold hologram in the arrangement which penetrates twice the diffusion plate which consists of said transparency mold hologram may differ from the include angle which penetrates the diffusion plate which becomes the 2nd time from said transparency mold hologram.

[0007]

Moreover, as for said concave mirror, consisting of Fresnel lieberkuhn is desirable.

[0008]

[Embodiment of the Invention]

The reason for below taking the above-mentioned configuration in this invention and its operation are explained.

[0009]

The example of arrangement of the projection optics equipment constituted by drawing 1 (b) again based on this invention in the typical optical-path Fig. by one projection optics 1 of the projection optics equipment constituted by drawing 1 (a) based on this invention is shown. In addition, in drawing 1 (b), the concave mirror 2 consists of Fresnel lieberkuhn 2'. In addition, about projection optics 1, 1R, 1G, and 1B, illustration of a display device and the source of the illumination light is excluded. As shown in drawing 1 (a), expansion projection of the image (the image in which the deviation scan was carried out and the flux of light from the light source was formed with the scan means is included) displayed on the display device is carried out by projection optics 1. And near [the] the projection image, the diffusion plate 3 and the concave mirror 2 of eyepiece optical system are arranged. Here, the diffusion plate 3 consists of a transparency mold hologram. A concave mirror 2 projects the exit pupil of projection optics 1 on a position as an exit pupil image 4. This position is carrying out abbreviation coincidence with Observer's M eyeball E, as shown in drawing 1 (b). The exit pupil image 4 formed of the eyepiece optical system 2 of projection optics 1 is expanded to exit pupil image 4' of the magnitude which is easy to observe with the diffusion plate 3. Thereby, even if the location of Observer's M eye E shifts from the location of the exit pupil image 4 somewhat, it becomes possible to observe a projection image as an observation image. Consequently, the projection optics equipment which it is bright and is easy to observe is obtained.

[0010]

However, since the diffusion plate 3 consists of holograms, it has wavelength dispersion. Therefore, if wavelength differs, a diffusion angle (angle of diffraction) will change. Therefore, in the case of drawing 1 (a), the location of expanded exit pupil image 4' shifts in the vertical direction according to wavelength. Therefore, in displaying a color image, as projection optics, it becomes a configuration as shown, for example in drawing 1 (b). <A HREF -- = -- " -- /-- Tokujitu/tjitemdrw . -- ipdl?N -- 0000 -- = -- 239 -- & -- N -- 0500 -- = -- four -- E_N -- /--; -- > -- nine -- < -- ? -- > -- 789 -- /-- /-- /-- & -- N -- 0001 -- = -- 915 -- & -- N -- 0552 -- = -- nine -- & -- N -- 0553 -- = -- 000011 -- " -- TARGET="tjitemdrw"> -- drawing 1 -- In (b), three projection optics 1R, 1G, and 1B which displays the image disassembled into each color of R (red), G (green), and B (blue) is used. Here, it arranges in the location of the vertical direction of drawing 1 (b), and projection optics 1R, 1G, and 1B is arranged in it so that the incident angles of the projection light to a concave mirror 2 may differ and each projection image on the diffusion plate 3 may lap. While compensating wavelength dispersion with the diffusion plate 3 by such configuration, he is trying for the location of exit pupil image 4' expanded according to each projection optics 1R, 1G, and 1B to lap mutually (the after-mentioned explanation explains this point more concretely.).

[0011]

Here, the description in this invention is a point which arranges the diffusion plate 3 to the incidence side of the concave mirror 2 of eyepiece optical system, as shown in drawing 1 (a). In addition to such a configuration, since the diffusion plate 3 is a transparency mold hologram, the beam of light from projection optics 1 to the location of exit pupil 4' of equipment penetrates the diffusion plate 3 twice [a total of] both ways. Since it has such a description, light will be twice diffracted with the diffusion plate 3. He changes positively the include angle which penetrates the 1st diffusion plate (before carrying out incidence to a concave mirror 2) 3, and the include angle which penetrates the 2nd diffusion plate (after carrying out incidence to a concave mirror 2) 3, and is trying to avoid one of diffraction by the include-angle selectivity of the diffusion plate 3 (here hologram) by this invention based on this. A postscript is carried out about arrangement for that.

[0012]

And as for the diffusion plate 3, it is desirable that the diffusion angle is 20 degrees or less in full width at half maximum. If the diffusion angle of the diffusion plate 3 exceeds 20 degrees with full width at half maximum, a diffusion angle will become large too much. In this case, although an observation viewing area spreads, the brightness of an observation image will become dark and the lighting system which illuminates an observation body will become large-scale. As for the diffusion angle of the diffusion plate 3, it is desirable that there are 10 degrees or more with full width at half maximum still more preferably. If it does in this way, it will become more legible projection optics equipment.

[0013]

Moreover, as for the diffusion plate 3, it is desirable to have the diffusion property that a diffusion angle full [1/10] becomes 40 degrees or less. Furthermore, it is desirable to have the diffusion property that a diffusion angle becomes 30 degrees or less at the 1/10 full one.

[0014]

Moreover, as for the diffusion angle of the diffusion plate 3, in a configuration of observing a stereoscopic model, it is desirable that it is 8 degrees or less in full width at half maximum. Moreover, it is desirable that a diffusion angle full [1/10] is 12 degrees or less.

[0015]

Next, the relation between a crookedness operation of the diffusion plate 3 and wavelength dispersion and the

arrangement relation between the concave mirror 2 of eyepiece optical system and the diffusion plate 3 are explained. Since the diffusion plate 3 is a hologram, it is produced by interference record with a reference beam and the body light from the source of the diffused light (secondary light source). At this time, it is in direct communication, without the shaft top chief ray 6 from projection optics 1 carrying out 1st incidence to a reference beam and body light being records by coaxial (in-line) arrangement at the diffusion plate 3, as shown in drawing 2 (a), and being crooked with the diffusion plate 3. And it is reflected with a concave mirror 2, and the chief ray which was in direct communication in the diffusion plate 3 changes a direction, carries out incidence of the diffusion plate 3 from a rear-face side, and is in direct communication in the diffusion plate 3. Under the present circumstances, if whenever [incident angle / of incident light] has satisfied whenever [playback light incident angle / of a hologram] (include angle which diffraction efficiency becomes near the peak) in the case of the 1st incidence, in case it is the transparency which is the 2nd time, most of that diffused light is in direct communication [the diffused light by diffraction is distributed over the surroundings of the chief ray which is in direct communication in the case of the 1st transparency, and]. On the other hand, if whenever [incident angle / of incident light] has satisfied whenever [playback light incident angle] in the case of the 2nd incidence, the diffused light by diffraction is distributed over the surroundings of the chief ray which the shaft top chief ray 6 is almost in direct communication in the case of the 1st transparency, without diffracting, and is in direct communication in the case of the 2nd transparency. In any case, it is the zero-order light 70. Chief ray 71 It progresses in the same direction. Drawing 2 (a) shows this situation and is not illustrating the diffused light. Zero-order light 70 which is not diffracted with the diffusion plate 3 in this drawing Chief ray 71 in the diffracted diffused light (main beam of light) It is illustrating. In this drawing, it is the zero-order light 70. Chief ray 71 It progresses in the same direction and the core of exit pupil 4' of equipment is arrived at. therefore, zero-order light 70 which is not diffused not only by the diffused light but by diffraction when the diffusion plate 3 does not have a crookedness operation of an optical path only by the diffusion, as shown in drawing 2 (a) up to -- exit pupil 4' is reached. Consequently, it is the zero-order light 70 to the image core observed. A spot can be seen and it is not desirable.

[0016]

Then, a reference beam and body light use the hologram mutually recorded due to the off-line arrangement which is not the same axle as a diffusion plate 3. When satisfying and diffracting whenever [playback light incident angle], wavelength dispersion produces the diffusion plate 3 recorded by such off-line arrangement with crookedness of a beam of light. An optical path as shown in drawing 2 (b) and (c), and an optical path as shown in drawing 3 (a) and (b) are taken according to the crookedness direction. Here, drawing 2 (b) and (c) are the cases where conditions are satisfied in the case of the 1st incidence, whenever [playback light incident angle / of the diffusion plate 3]. Moreover, drawing 3 (a) and (b) are the cases where it is satisfied in the case of the 2nd incidence. Drawing 2 (b) and drawing 3 (a) are the cases where the crookedness direction of a beam of light is a direction where an angle of diffraction becomes small to the incident angle over the normal of the diffusion plate 3, and drawing 2 (c) and drawing 3 (b) are the cases where it is the direction where an angle of diffraction becomes large to an incident angle. Illustration of the inside of each drawing and the diffused light is 7R, respectively about the chief ray (main beam of light) of the wavelength of R, G, and B which excluded, and were diffracted and crooked with the diffusion plate 3. 7G 7B It is shown. zero-order light 70 which will not be diffracted by the hologram if a transparency mold hologram with the operation which makes a beam of light crooked is used as a diffusion plate 3 so that clearly from each drawing Diffracted-light 7R 7G 7B from -- it is separable. Consequently, zero-order light becomes possible to constitute so that incidence may not be carried out at exit pupil 4' of equipment. Specifically, it is the zero-order light 70 to the location which the pupil diameter separated from the core of exit pupil 4' 1/2 or more in the location of exit pupil 4' of equipment. Constituting so that incidence may be carried out is desirable.

[0017]

In addition, the absolute value gamma of the difference of the above-mentioned incident angle and an angle of diffraction defines the angle of bend (angle of deviation) in a transparency mold hologram, and if an angle of bend gamma is too small when measuring the angle of bend by d line (wavelength of 587.6nm), zero-order light will carry out incidence into an observation image as mentioned above. On the contrary, if too large, spacing between the projection optics 1R and 1G arranged in order to compensate wavelength dispersion, and 1B will become large too much. Consequently, the distortion (swing-and-tilt distortion) difference between the projection images of R, G, and B on the diffusion plate 3 becomes large too much, and it is hard coming to observe a normal color image.

[0018]

Therefore, the angle of bend gamma in d line of the diffusion plate 3 (angle of deviation) (d line)

gamma> 1 degree ... (1)

It is good to fill *****.

[0019]

It is to a pan,

gamma> 2 degrees ... (1-1)

It is desirable to satisfy the becoming conditions.

[0020]

It is to a pan,

$\gamma > 10$ degrees ... (1-2)

It is desirable to satisfy the becoming conditions.

[0021]

moreover

$\gamma < 45$ degrees ... (2)

It is good to fill *****.

[0022]

It is to a pan,

$\gamma < 20$ degrees ... (2-1)

It is desirable to satisfy the becoming conditions.

[0023]

If (2-1) is combined with the above-mentioned conditions (1-2), it will become the following conditions (3).

[0024]

$10 \text{ degrees} < \gamma < 20 \text{ degrees}$... (3)

This condition (3) is explained further. If less than 10 degrees of the minimum of this condition, separation with the normal observation light which makes zero-order light and a display image observable will decrease. Therefore, if an observer moves the head just for a moment, zero-order light will go into an eye and will become dazzling more often. Moreover, if 20 degrees of the upper limit of this condition are exceeded, the distortion difference between the projection images of R, G, and B on the diffusion plate 3 will become large too much, and it will be hard coming to observe a normal color image.

[0025]

By the way, it sets to drawing 2 and drawing 3, and is the shaft top chief ray 6 or the zero-order light 70 from projection optics 1. It considered carrying out incidence to a concave mirror 2 aslant (an include angle β being made to the normal in the incidence location of a concave mirror 2.). Here, they are the shaft top chief ray 6 or the zero-order light 70. Chief ray 7R which will be injected from a hologram after passing the diffusion plate 3 twice if incidence is carried out to a concave mirror 2 at an abbreviation right angle ($\beta = 0$ degree) 7G 7B It goes to the shaft top chief ray 6 and an abbreviation opposite direction. Therefore, the location and projection optics 1 of exit pupil 4' of equipment will interfere. Then, the shaft top chief ray 6 or its zero-order light 70 from the projection optics 1 which carries out incidence to a concave mirror 2 Incident angle β to a concave mirror 2 (d line)

$0 \text{ degree} < \beta < 45 \text{ degrees}$... (4)

It is desirable to fill *****.

[0026]

It is to a pan,

$5 \text{ degrees} < \beta < 20 \text{ degrees}$... (4-1)

It is desirable to satisfy the becoming conditions.

[0027]

This condition (4-1) is explained further. If less than 5 degrees of the minimum of this condition, the eccentricity of a concave mirror 2 will become small. Therefore, conjugation playback takes place with the diffusion plate 3, and the available quantity of light falls to display image observation. Moreover, if 20 degrees of the upper limit of this condition are exceeded, the eccentricity of a concave mirror 2 will become large too much. Therefore, the pupil aberration projected will become large and it will become difficult to observe the image of uniform brightness.

[0028]

Moreover, in drawing 2 and drawing 3, the location as for which the shaft top chief ray 6 from projection optics 1 carries out incidence to the diffusion plate 3 and the concave mirror 2 by the side of the rear face shall be based on each abbreviation, and there shall be no eccentricity between the diffusion plate 3 and a concave mirror 2. In that case, projection light (diffracted light) 7R which passed the diffusion plate 3 twice so that clearly from drawing 2 and drawing 3 7G 7B An include angle will be made to the normal of the field of the diffusion plate 3. Exit pupil 4' of equipment stops therefore, locating in the transverse plane of the diffusion plate 3. If it is in this condition and an observer will double an eyeball location with the location of exit pupil 4', an observer will look at the image projected from across, the image observed will turn into a swing-and-tilt image, and image distortion will generate it. Then, as shown in drawing 4 (a) - (c), eccentricity of the concave mirror 2 is carried out to the diffusion plate 3 (eccentricity of any drawing is carried out upwards.). Thus, chief ray 7R reflected with the concave mirror 2 when the diffusion plate 3 was passed at the 2nd times 7G 7B He is trying to make an abbreviation right angle to the diffusion plate 3. In addition, drawing 4 (a) - (c) supports drawing 2 (a) - (c), respectively.

[0029]

By the way, it is chief ray 7R of the wavelength of R, G, and B which passed through the diffusion plate 3 and the concave mirror 2 when the single projection optics 1 was used so that clearly from drawing 2 - drawing 4. 7G 7B It injects from the diffusion plate 3 and a concave mirror 2 at a different include angle for the wavelength dispersion by the transparency mold hologram of the diffusion plate 3. Therefore, a gap occurs in the location of expanded exit pupil image 4' by each wavelength. Consequently, the exit pupil range which normal color reproduction nature is not obtained or can observe a color image by normal color reproduction nature will become narrow. Then, as described above, three projection optics 1R, 1G, and 1B which displays the image disassembled for every color of R, G, and B is used. And the incident angles of the projection light to a concave mirror 2 differ, and these projection optics 1R, 1G, and 1B is arranged to juxtaposition in the vertical direction. In that case, each projection image on the diffusion plate 3 arranges so that it may lap. Such wavelength dispersion with the diffusion plate 3 is compensated with making it such a configuration, and the location of exit pupil image 4' expanded by these projection optics 1R, 1G, and 1B can lap mutually.

[0030]

Concretely, in order, in the case of drawing 2 (b), drawing 3 (a), and drawing 4 (b), projection optics 1B which projects the color-separation image of projection optics 1R which project the color-separation image of R, projection optics 1G which project the color-separation image of G, and B is arranged in parallel up and down from a top to the bottom, and it arranges it to it. Thereby, it is chief ray 7G of the wavelength of G. To a location, they are other R and chief ray 7R of the wavelength of B. 7B It can be made in agreement. Consequently, expanded large exit pupil image 4' which was in agreement on all wavelength can be obtained. Moreover, contrary to the above, in the case of drawing 2 (c), drawing 3 (b), and drawing 4 (c), projection optics 1R which projects the color-separation image of projection optics 1B which project the color-separation image of B, projection optics 1G which project the color-separation image of G, and R is arranged in parallel up and down from a top to the bottom, and it arranges it in order to it. Thereby, it is chief ray 7G of the wavelength of G. To a location, they are other R and chief ray 7R of the wavelength of B. 7B It can be made in agreement. Consequently, expanded large exit pupil image 4' which was in agreement on all wavelength can be obtained.

[0031]

In addition, on projection optics 1 and 1R and the 1 diffusion plate 3, since incidence of slant to the projection image is carried out, the projection image on the diffusion plate 3 also turns into a swing-and-tilt image from G and 1B, and image distortion occurs. Therefore, as for projection optics 1, 1R, 1G, and 1B, it is desirable to use a thing with the function which amends the image distortion of such a swing-and-tilt image.

[0032]

Moreover, exit pupil 4' of equipment is made to be located in the transverse plane of the diffusion plate 3, and it is the shaft top chief ray 6 or the zero-order light 70 from projection optics 1, 1R, 1G, and 1B. It may be made to carry out incidence to a concave mirror 2 aslant. Thereby, the effectiveness which is not made to carry out incidence is also acquired by exit pupil 4' of equipment in surface specular reflection light. The projection light which carries out incidence to the diffusion plate 3 from projection optics 1, 1R, 1G, and 1B is the light reflected on that front face, and this transverse-plane specular reflection light turns into noise light.

[0033]

in addition, the ratio of the above-mentioned angle of bend (angle of deviation) γ and the incident angle β to a concave mirror 2 -- γ/β ,

$0.5 < \gamma/\beta < 2 \dots (5)$

It is desirable to fill *****.

[0034]

This condition (5) is explained. If less than 0.5 of the minimum of this condition, the angle of bend of the diffusion plate 3 will become small. Therefore, the zero-order light which is not diffracted with the diffusion plate 3 will carry out incidence to exit pupil 4' of equipment, and a spot flare will take an observation image. Moreover, if 2 of an upper limit is exceeded, the eccentricity of a concave mirror 2 will become comparatively small. In this case, after carrying out incidence to the diffusion plate 3 and reflecting with a concave mirror 2, the beam of light which it is reflected by Fresnel reflection although it is very small with the rear face of the diffusion plate 3, and is again reflected with a concave mirror 2 exists. And the beam of light will carry out incidence to exit pupil 4'. Since this beam of light will also be observed as a spot flare, it is not desirable.

[0035]

It is to a pan,

$1 < \gamma/\beta < 1.5 \dots (5-1)$

It is more desirable to satisfy the becoming conditions in respect of a spot flare.

[0036]

By the way, when using the diffusion plate 3, as for the light source which illuminates a display device, or the light source which generates the flux of light which carries out incidence to a scan means, it is desirable to use monochromatic high LED and LD.

[0037]

Below, the examples 1-4 of the projection optics equipment of this invention are explained. Also in which example, a concave mirror 2 produces the operation which carries out expansion projection of the exit pupil of projection optics 1R, 1G, and 1B, and the diffusion plate 3 combines it, and it constitutes optical system. Moreover, the concave mirror 2 consists of Fresnel lieberkuhn 2'. Moreover, in each example, ray tracing in the after-mentioned configuration parameter makes a body side exit pupil 8G of projection optics 1G arranged at the core, makes the image surface exit pupil (exit pupil image to which exit pupil 4 was expanded) 4' of equipment, and is performing it by follow light line tracking (wavelength of 587.6nm) from the core of exit pupil 8G of projection optics 1G to exit pupil 4' of equipment.

[0038]

The optical-path Fig. in the Y-Z cross section of an example 1 is shown in drawing 5 and drawing 6. Drawing 5 and drawing 6 are the situation of the beam of light of a between here until they reach the image surface from each exit pupils 8R, 8G, and 8B of projection optics 1R, 1G, and 1B, drawing 5 is the situation of the zero-order light 11R, 11G, and 11B of each wavelength, and drawing 6 is the situation of the surface specular reflection light 12R, 12G, and 12B. Moreover, photography arrangement of the transparency mold hologram used for the diffusion plate 3 of this example at drawing 7 is shown. The figure in drawing 7 is mm unit.

[0039]

An example 1 is an example in the case of being the direction where it corresponds to drawing 2 (c), it is satisfied in case it is the incidence whose conditions are the 1st time whenever [playback light incident angle], and it does not diffract to the 2nd time, and an angle of diffraction becomes large to an incident angle [as opposed to the normal of the field of the diffusion plate 3 in the crookedness direction of a beam of light]. moreover -- if Fresnel lieberkuhn 2' consists of Fresnel rear-face mirrors and sets the incident angle to gamma and Fresnel lieberkuhn 2' to beta for the amount of angle of deviation according the eccentricity of the Fresnel rear-face mirror to the diffusion plate 3 of chief ray 10G on MY and a shaft

MY=157.23mm

gamma= 15.00 degrees (in inside of the ** material of a refractive index 1.4924)

beta= 12.57 degrees (in inside of the ** material of a refractive index 1.4924)

Gamma/beta = 1.19

It comes out. Moreover, when setting the incident angle (eccentric angle) of the shaft top chief rays 10R, 10G, and 10B to the 1st page (flat surface by the side of the incidence of the diffusion plate 3) to theta from the exit pupils 8R, 8G, and 8B of each projection optics 1R, 1G, and 1B and setting wavelength from projection optics 1R, 1G, and 1B to 656.3nm, 587.6nm, and 486.13nm, respectively,

波長	θ
656.3nm	23.40°
587.6nm	25.00°
486.13nm	27.54°

It comes out.

[0040]

Moreover, the exposure conditions of the transparency mold hologram used as a diffusion plate 3 are as being shown in drawing 7 (a). The system of coordinates in the case of exposure make a zero the probe index of chief ray 10G on the shaft of the field of a transparency mold hologram, make a hologram side a X-Y side, and set the Z-axis as the direction which separates from exit pupil 8G of projection optics 1G. At this time, as shown in drawing 7 (b), vertical x width is set to 190mmx250mm for the dimension of a hologram. Moreover, the 1st light source location for exposure (X1, Y1, Z1) is as follows, and is made into the point light source.

[0041]

(X1,Y1,Z1)=(0,297.11,-578.12)

Moreover, the 2nd light source center position (X2, Y2, Z2) is as follows. And as shown in drawing 7 (c), vertical x width considers as the diffusing-surface light source with the area which is 86.67mmx86.67mm.

[0042]

(X2,Y2,Z2)=(0,435.32,-482.72)

The transparency mold hologram produced on the above exposure conditions is used as a diffusion plate 3. Thereby, the flux of light of each wavelength diffused with the diffusion plate 3 is reflected by Fresnel lieberkuhn 2'. Moreover, the exit pupil range observable with sufficient color reproduction nature by the observer pupil surface becomes expansion pupil 4' of the square whose vertical x width is 60mmx60mm, and the circular pupil of phi 60 becomes possible into it.

[0043]

The optical-path Fig. in the Y-Z cross section of an example 2 is shown in drawing 8 and drawing 9. Drawing 8 and drawing 9 are the situation of the beam of light of a between here until they reach the image surface from each exit pupils 8R, 8G, and 8B of projection optics 1R, 1G, and 1B, drawing 8 is the situation of the zero-order light 11R, 11G, and 11B of each wavelength, and drawing 9 is the situation of the surface specular reflection light 12R, 12G, and 12B. Moreover, photography arrangement of the transparency mold hologram used for the diffusion plate 3 of this example at drawing 10 is shown. The figure in drawing 10 is mm unit.

[0044]

An example 2 is an example in the case of being the direction where it corresponds to drawing 2 (b), it is satisfied in case it is the incidence whose conditions are the 1st time whenever [playback light incident angle], and it does not diffract to the 2nd time, and an angle of diffraction becomes small to an incident angle [as opposed to the normal of the field of the diffusion plate 3 in the crookedness direction of a beam of light]. Moreover, Fresnel lieberkuhn 2' consists of Fresnel rear-face mirrors, and the incident angle to gamma and Fresnel lieberkuhn 2' is set to beta for the amount of angle of deviation according the eccentricity of the Fresnel rear-face mirror to the transparency mold hologram 3 of chief ray 10G on MY and a shaft,

MY=43.23mm

gamma= 15.00 degrees (in inside of the ** material of a refractive index 1.4924)

beta= 3.36 degrees (in inside of the ** material of a refractive index 1.4924)

Gamma/beta = 4.46

It comes out. Moreover, when setting the incident angle (eccentric angle) of the shaft top chief rays 10R, 10G, and 10B to the 1st page (flat surface by the side of the incidence of the diffusion plate 3) to theta from the exit pupils 8R, 8G, and 8B of each projection optics 1R, 1G, and 1B and setting wavelength from projection optics 1R, 1G, and 1B to 656.3nm, 587.6nm, and 486.13nm, respectively,

波長	θ
656.3nm	26.82°
587.6nm	25.00°
486.13nm	22.37°

It comes out.

[0045]

Moreover, the exposure conditions of the transparency mold hologram used as a diffusion plate 3 are as being shown in drawing 10 (a). The system of coordinates in the case of exposure make a zero the probe index of chief ray 10G on the shaft of the field of a transparency mold hologram, make a hologram side a X-Y side, and set the Z-axis as the direction which separates from exit pupil 8G of projection optics 1G. At this time, as shown in drawing 10 (b), vertical x width is set to 190mmx250mm for the dimension of a hologram. Moreover, the 1st light source location for exposure (X1, Y1, Z1) is as follows, and is made into the point light source.

[0046]

(X1,Y1,Z1)=(0,297.11,-578.12)

Moreover, the 2nd light source center position (X2, Y2, Z2) is as follows, and as shown in drawing 10 (c), vertical x width makes it the diffusing-surface light source with the area which is 86.67mmx86.67mm.

[0047]

(X2,Y2,Z2)=(0,136.36,-635.53)

more than -- exposure -- conditions -- having produced -- transparency -- a mold -- a hologram -- diffusion -- a plate -- three -- ***** -- using it -- things -- diffusion -- a plate -- three -- being spread -- having had -- each -- wavelength -- the flux of light -- Fresnel -- the lieberkuhn -- two -- ' -- reflecting -- having had -- after -- an observer -- a pupil surface -- color reproduction -- a sex -- good -- being observable -- an exit pupil -- the range -- length -- x -- width -- 60 -- mm -- x -- 60 -- mm -- it is -- a square -- expansion -- a pupil -- four -- ' -- becoming -- the inside of it -- the circular pupil of phi 60 -- possible -- becoming .

[0048]

The optical-path Fig. in the Y-Z cross section of an example 3 is shown in drawing 11 and drawing 12 . Drawing 11 and drawing 12 are the situation of the beam of light of a between here until they reach the image surface from each exit pupils 8R, 8G, and 8B of projection optics 1R, 1G, and 1B, drawing 11 is the situation of the zero-order light 11R, 11G, and 11B of each wavelength, and drawing 12 is the situation of the surface specular reflection light 12R, 12G, and 12B. Moreover, photography arrangement of the transparency mold hologram used for the diffusion plate 3 of this example at drawing 13 is shown. The figure in drawing 13 is mm unit.

[0049]

An example 3 is an example in the case of being the direction where it corresponds to drawing 3 (a), it is satisfied in case it is the incidence whose conditions are the 2nd time whenever [playback light incident angle], and it does not diffract to the 1st time, and an angle of diffraction becomes small to an incident angle [as opposed to the normal of the field of the diffusion plate 3 in the crookedness direction of a beam of light]. moreover -- if Fresnel lieberkuhn 2' consists of Fresnel rear-face mirrors and sets the incident angle to gamma and Fresnel lieberkuhn 2' to beta for the amount of angle of deviation according the eccentricity of the Fresnel rear-face mirror to the transparency mold hologram 3 of chief ray 10G on MY and a shaft

MY=49.77mm

gamma= 12.30 degrees (in inside of the ** material of a refractive index 1.4924)

beta= 12.60 degrees (in inside of the ** material of a refractive index 1.4924)

Gamma/beta = 0.97

It comes out. Moreover, when setting the incident angle (eccentric angle) of the shaft top chief rays 10R, 10G, and 10B to the 1st page (flat surface by the side of the incidence of the diffusion plate 3) to theta from the exit pupils 8R, 8G, and 8B of each projection optics 1R, 1G, and 1B and setting wavelength from projection optics 1R, 1G, and 1B to 656.3nm, 587.6nm, and 486.13nm, respectively,

波長	θ
656.3nm	26.66°
587.6nm	25.00°
486.13nm	22.69°

It comes out.

[0050]

Moreover, the exposure conditions of the transparency mold hologram used as a diffusion plate 3 are as being shown in drawing 13 (a). The system of coordinates in the case of exposure make a zero the probe index of chief ray 10G on the shaft of the field of a transparency mold hologram, make a hologram side a X-Y side, and set the Z-axis as the direction which separates from exit pupil 8G of projection optics 1G. At this time, as shown in drawing 13 (b), vertical x width is set to 190mmx250mm for the dimension of a hologram. Moreover, the 1st light source location for exposure (X1, Y1, Z1) is as follows, and is made into the point light source.

[0051]

(X1,Y1,Z1)=(0,-96.13,-439.65)

Moreover, the 2nd light source center position (X2, Y2, Z2) is as follows, and as shown in drawing 13 (c), vertical x width makes it the diffusing-surface light source with the area which is 60mmx60mm.

[0052]

(X2,Y2,Z2)=(0,0,-450.00)

After being reflected by Fresnel lieberkuhn 2' by using the transparency mold hologram produced on the above exposure conditions as a diffusion plate 3, the exit pupil range observable with sufficient color reproduction nature serve as [vertical x width] the expansion pupil 60 of the square which be 60mmx60mm by the observer pupil surface, and, as for the flux of light diffused with the diffusion plate 3, the circular pupil of phi 60 become possible into it.

[0053]

The optical-path Fig. in the Y-Z cross section of an example 4 is shown in drawing 14 and drawing 15 . Drawing 14 and drawing 15 are the situation of the beam of light of a between here until they reach the image surface from each exit pupils 8R, 8G, and 8B of projection optics 1R, 1G, and 1B, drawing 14 is the situation of the zero-order light 11R, 11G, and 11B of each wavelength, and drawing 15 is the situation of the surface specular reflection light 12R, 12G, and 12B. Moreover, photography arrangement of the transparency mold hologram used for the diffusion plate 3 of this example at drawing 16 is shown. The figure in drawing 16 is mm unit.

[0054]

An example 4 is an example in the case of the direction where it is satisfied in case it is the incidence whose conditions are the 2nd time whenever [playback light incident angle], and it does not diffract to the 1st time corresponding to drawing 3 (b), and the crookedness direction of a beam of light becomes large to the incident angle over the normal of the field of the diffusion plate 3. moreover -- if Fresnel lieberkuhn 2' consists of Fresnel rear-face mirrors and sets the incident angle to gamma and Fresnel lieberkuhn 2' to beta for the amount of angle of deviation according to the eccentricity of the Fresnel rear-face mirror to the transparency mold hologram 3 of MY and the shaft top chief ray 10 MY=171.54mm

gamma= 15.00 degrees (in inside of the ** material of a refractive index 1.4924)

beta= 2.88 degrees (in inside of the ** material of a refractive index 1.4924)

Gamma/beta = 5.21

It comes out. Moreover, when setting the incident angle (eccentric angle) of the shaft top chief rays 10R, 10G, and 10B to the 1st page (flat surface by the side of the incidence of the diffusion plate 3) to theta from the exit pupils 8R, 8G, and 8B of each projection optics 1R, 1G, and 1B and setting wavelength from projection optics 1R, 1G, and 1B to 656.3nm, 587.6nm, and 486.13nm, respectively,

波長	θ
656.3nm	23.04°
587.6nm	25.00°
486.13nm	28.24°

It comes out.

[0055]

Moreover, the exposure conditions of the transparency mold hologram used as a diffusion plate 3 are as being shown in drawing 16 (a). The system of coordinates in the case of exposure make a zero the probe index of chief ray 10G on the shaft of the field of a transparency mold hologram, make a hologram side a X-Y side, and set the Z-axis as the direction which separates from exit pupil 8G of projection optics 1G. At this time, as shown in drawing 16 (b), vertical x width is set to 190mmx250mm for the dimension of a hologram. Moreover, the 1st light source location for exposure (X1, Y1, Z1) is as follows, and is made into the point light source.

[0056]

(X1,Y1,Z1)=(0,116.62,-434.63)

Moreover, the 2nd light source center position (X2, Y2, Z2) is as follows, and as shown in drawing 16 (c), vertical x width makes it the diffusing-surface light source with the area which is 60mmx60mm.

[0057]

(X2,Y2,Z2)=(0,0,-450.00)

The transparency mold hologram produced on the above exposure conditions is used as a diffusion plate 3. Thereby, after being reflected by Fresnel lieberkuhn 2', according to the flux of light diffused with the diffusion plate 3, the exit pupil range observable with sufficient color reproduction nature by the observer pupil surface serves as the expansion pupil 60 of the square whose vertical x width is 60mmx60mm, and the circular pupil of phi 60 becomes possible into it.

[0058]

Below, the configuration parameter of the above-mentioned examples 1-4 is shown. As mentioned above, in these examples, on a shaft, it comes out of the core of exit pupil 8G of projection optics 1G, and the beam of light which reaches the exit pupil 4' core of equipment defines chief ray 10G as the core of the diffusion plate 3. And in follow light line tracking, the core of exit pupil 8G of projection optics 1G ** is made into a zero, a pupil surface is made into X-Y page, and the travelling direction of chief ray 10G is made into the Z-axis forward direction on the shaft perpendicular to a pupil.

[0059]

And about the eccentric side, the eccentricity (they are X, Y, and Z about X shaft orientations, Y shaft orientations, and Z shaft orientations, respectively) of the plane peak of the field and the angle of inclination (respectively alpha, beta, gamma (degree)) consisting mainly of the X-axis of the medial axis (about the aspheric surface, it is the Z-axis of the following (a) type) of the field, a Y-axis, and each Z-axis are given from the zero of optical system. In that case, in forward [of alpha and beta], forward [of gamma] means a clockwise rotation for a counterclockwise rotation to the forward direction of the Z-axis to the forward direction of each shaft. Rotation of the medial axis of a field of alpha,

beta, and gamma carries out. In addition, a way alpha rotation of the medial axis and its XYZ rectangular coordinate system of a field is first done counterclockwise around the X-axis. beta rotation also of the system of coordinates which rotated once while doing beta rotation of the medial axis of the rotated field counterclockwise around the Y-axis of new system of coordinates is counterclockwise done around a Y-axis. Next, subsequently gamma rotation of the medial axis of the field rotated twice is clockwise done around the Z-axis of system of coordinates with new new system of coordinates.

[0060]

Moreover, the aspheric surface used by this invention is the symmetry-of-revolution aspheric surface given by the following definition formulas.

[0061]

$$Z=(Y^2/R)/[1+\{1-(1+K) Y^2 / R^2\}^{1/2}]+AY^4 +BY^6 +CY^8 +DY^{10}+ \dots \dots (a) \quad []$$

However, Z is used as the optical axis (shaft top chief ray) which made the travelling direction of light forward, and Y is taken in the direction perpendicular to an optical axis. Here, R is [a cone constant, A, B, C and D, and -- of paraxial radius of curvature and K] the 4th aspheric surface multipliers [6th / 8th / 10th], respectively. The Z-axis of this definition type turns into a shaft of the symmetry-of-revolution aspheric surface.

[0062]

In addition, the term about the aspheric surface where data are not indicated is 0. About the refractive index, the thing to d line (wavelength of 587.56nm) is written. The unit of die length is mm.

[0063]

Below, the configuration parameter of the above-mentioned examples 1-4 is shown. In addition, in the Fresnel side and "RE", a reflector and "HOE" show a transparency mold hologram, and, as for "ASS" of the following front Naka, "PIM" shows [the aspheric surface and "floor line"] image plane of projection, respectively.

[0064]

実施例 1

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
物体面	∞				
1	HOE		偏心(1)	1.4924	57.6
2	∞ (P I M)		偏心(1)	1.4924	57.6
3	A S S (1) (R E, F L)		偏心(2)	1.4924	57.6
4	∞		偏心(1)		
像 面	∞		偏心(3)		
	A S S (1)				
R	-407.45				
K	-5.8103×10				
A	-7.5130×10^{-7}				
B	7.5802×10^{-12}				
C	-3.1478×10^{-17}				
	偏心(1)				
X	0.00	Y	0.00	Z	650.00
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(2)				
X	0.00	Y	M Y	Z	577.79
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(3)				
X	0.00	Y	-190.18	Z	242.16
α	25.00	β	0.00	γ	0.00

実施例 2

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
物体面	∞				
1	HOE		偏心(1)	1.4924	57.6
2	∞ (P I M)		偏心(1)	1.4924	57.6
3	A S S (1) (R E, F L)		偏心(2)	1.4924	57.6
4	∞		偏心(1)		
像 面	∞		偏心(3)		
	A S S (1)				
R	-794.83				
K	-5.3753×10				
A	1.0973×10^{-6}				
B	2.4736×10^{-11}				
C	-2.7488×10^{-16}				
	偏心(1)				
X	0.00	Y	0.00	Z	650.00
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(2)				
X	0.00	Y	M Y	Z	630.94
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(3)				
X	0.00	Y	-190.18	Z	242.16
α	25.00	β	0.00	γ	0.00

実施例 3

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッベ数
物体面	∞				
1	∞ (P I M)		偏心(1)	1.4924	57.6
2	ASS (1) (RE, FL)		偏心(2)	1.4924	57.6
3	∞		偏心(1)		
4	HOE		偏心(1)	1.4924	57.6
像 面	∞		偏心(3)		
	ASS (1)				
R	-792.61				
K	0.0000				
A	3.7000×10^{-9}				
B	-2.3710×10^{-13}				
C	5.4398×10^{-18}				
	偏心(1)				
X	0.00	Y	0.00	Z	650.00
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(2)				
X	0.00	Y	MY	Z	627.89
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(3)				
X	0.00	Y	-190.18	Z	242.16
α	25.00	β	0.00	γ	0.00

実施例 4

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
物体面	∞				
1	∞ (P I M)		偏心(1)	1.4924	57.6
2	A S S (1) (R E, F L)		偏心(2)	1.4924	57.6
3	∞		偏心(1)		
4	H O E		偏心(1)	1.4924	57.6
像 面	∞		偏心(3)		
	A S S (1)				
R	-763.19				
K	-2.3408				
A	-1.8903×10^{-8}				
B	1.4268×10^{-13}				
C	-4.9692×10^{-19}				
	偏心(1)				
X	0.00	Y	0.00	Z	650.00
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(2)				
X	0.00	Y	M Y	Z	571.11
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(3)				
X	0.00	Y	-190.18	Z	242.16
α	25.00	β	0.00	γ	0.00

[0068]
Next, the example which constitutes the projection optics equipment of this invention as solid observation equipment is explained.

[0069]
Drawing 17 is the outline block diagram showing one example of the solid observation system which can apply this invention equipped with the configuration shown in each above-mentioned example. In this example, the image which prepares one pair of such projection equipments 101L and 101R as 1 set of projection equipments, and has binocular parallax in the projection equipments 101L and 101R on either side in the group of the projection optics 1R, 1G, and 1B of R, G, and B is displayed. The projection equipments 101L and 101R of these right and left are connected to the projection device control unit 102. The projection device control unit 102 carries out the selection input of the image picturized with the camera of the right and left prepared in solid (3D) picture input devices, such as a solid (3D) endoscope and a solid (3D) microscope, and it is constituted so that the selected image may be sent and displayed on the projection equipments 101L and 101R on either side. Moreover, the projection device control unit 102 also inputs the solid (3D) image which has the parallax created through the personal computer as an image in which other selection inputs are possible as an input image to the display panel 100 of this example, and it consists of these examples so that it can be made to display on the projection equipments 101L and 101R. And what consists of a diffusion plate 3 which consists of a transparency mold hologram arranged as a display panel 100 in the concave mirror 2 of eyepiece optical

system which was explained above or Fresnel Fresnel-mirrors 2', and its front face is used.

[0070]

Below, the application of the solid observation system constituted in this way is explained.

[0071]

Drawing 18 is the explanatory view showing one example of the product adapting the above solid observation systems by this invention. The product of this example consists of reflective mold stereographic projection observation equipment which attached a display panel 100 and the projection equipments 101L and 101R on either side in the attachment component 103 in one, a support arm 104 which supports an attaching part 103, and a supporter body 105 with an axle-pin rake which supports the support arm 104. Reflective mold stereographic projection observation equipment projects the image which has parallax mutually from the projection equipments 101L and 101R on either side on a display panel 100, and it is constituted so that it may reflect with a display panel 100, the pupil for observation may be made to expand to the eyes EL and ER of right and left of an observer, respectively and image formation of the image may be carried out.

[0072]

The attachment component 103 is connected in the direction of an arrow head rotatable through connection section 104a with the support arm 104, the support arm 104 is connected with the supporter body 105 rotatable in the direction of an arrow head through connection section 104b, and an observer's observation posture can be changed now by rotating an attachment component 103 and the support arm 104 in the request direction. Moreover, control unit 103a is prepared in the attachment component 103, and it is easy to carry out rotation to the request direction.

[0073]

Moreover, axle-pin-rake 105a is attached and the supporter body 105 has become changeable [an observation location] by moving the supporter body 105.

[0074]

Drawing 19 is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention. The product of this example attaches in head lining 106 the supporter body 105 which supports the support arm 104 which supports the reflective mold stereographic projection observation equipment attached in the same attachment component 103 as drawing 18 , and is constituted. If constituted like this example, the tooth space on which stereographic projection observation equipment is put is omissible.

[0075]

Drawing 20 is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention. The product of this example attaches the support arm 104 in the chair 107 for an operation, and is constituted. A display panel 100 is attached in attachment component 103b, and the projection equipments 101L and 101R are attached in attachment component 103c. and attachment component 103b can change now the sense to installation ***** and the projection equipments 101L and 101R of a display panel 100 into attachment component 103c in the predetermined direction rotatable. 360 degrees attachment component 103c which attached the projection equipments 101L and 101R is attached in the support arm 104 rotatable through connection section 104c, and can change now the sense of a display panel 100 and the projection equipments 101L and 101R in the predetermined direction. Furthermore, the handle 108 is formed in the right-and-left side of the table non-panel 100, and it is easy to carry out adjustment actuation of the sense, without direct touching a display panel 100. Moreover, axle-pin-rake 107a is prepared in the chair 107 for an operation, and it has become changeable [an observation location] by moving the chair 107 for an operation.

[0076]

Drawing 21 is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention. The product of this example attaches two stereographic projection observation equipments with which the projection equipments 101L and 101R and a display panel 100 were attached in the attachment component 103 through an attachment component 103, and is constituted by the image input section 109 of ***** for an operation equipped with the rotatable support arm 104 through the supporter body 105 with axle-pin-rake 105a, and connection section 104c. Two cameras are built in the image input section 109 of an operation microscope, and the input image is constituted so that it may be sent to the projection equipments 101L and 101R of each stereographic projection observation equipment, and the solid image in an operation microscope can observe it now to two or more observers at coincidence.

[0077]

And the solid observation system of the product of the example shown in drawing 18 - drawing 21 is applicable to the display of the solid (3D) image of operating relation, such as a display of amusement products, such as a game machine which used the display of an operation microscope, the display of an endoscope, the display of a medical-related solid information image, and the computer, and a CAD image of various stereos (3D), etc.

[0078]

Drawing 22 is the explanatory view showing one example of the solid observation system for an operation which used the projection optics equipment of this invention. The support arm 104 is attached in the supporter body 105 with axle-pin-rake 105a through the free arm 110 that it can move in the direction of a three dimension freely, and free [360 degree rotation], an attachment component 103 is similarly attached in the support arm 104 free [migration ease and rotation] through 104d of connection sections, and, as for the product of this example, the projection equipments 101L and 101R and a display panel 100 are attached in the attachment component 103. On the other hand, the image input section 109 of an operation microscope is attached at support arm 104 tip, two cameras are built in the image input section 109, the input image is constituted so that it may be sent to the projection equipments 101L and 101R of stereographic projection observation equipment, and he can undergo an operation, observing the solid image of Patient's P affected part with an operation microscope.

[0079]

Moreover, the display panel 100 of the reflective mold which consists of a diffusion plate 3 which consists of a transparency mold hologram arranged in the concave mirror 2 or Fresnel Fresnel-mirrors 2' which is the eyepiece optical system of the reflective mold by above this inventions, and its front face is available also as a projection display which displays not only the display of a solid image but a single image. The example of the cellular phone as such a projection display is shown in drawing 23 and drawing 24 . Drawing 23 and drawing 24 equip a cellular phone 138 with the projection display of this invention which indicates the information, such as photography images, such as the operator itself and a message partner, and the telephone number, by projection. Therefore, projection equipment 101 (let the group of the projection optics 1R, 1G, and 1B of R, G, and B be projection equipment 101 like the case of drawing 17 - drawing 22 .) The display panel 100 of a reflective mold is formed and it enables it to observe the display image reasonable in the location of the exit pupil 4'. The microphone section 139 which inputs an operator's voice as information, the loudspeaker section 140 which outputs a message partner's voice, the antenna 141 which performs transmission and reception of a communication link electric wave, the manual operation button 142 into which an operator inputs information, and the above-mentioned projection display are prepared in this cellular phone 138. Drawing 23 has the device which opens and closes a display panel 100 to a cellular phone 138, and it becomes possible [folding up and containing in a pocket etc.] at the time of carrying. Moreover, it is fixed to the interior of the body of a cellular phone 138, and drawing 24 contains a display panel 100 in a pocket etc. as it is, without folding up.

[0080]

The projection optics equipment of the above this invention can be constituted as follows, for example.

[0081]

[1] The concave mirror which is equipped with at least three projection optics which carries out expansion projection of the image respectively displayed on the display device including the display device, and projects the exit pupil of said at least three projection optics on an observer side, It has been arranged near the image projected by said at least three projection optics, and has the diffusion plate which consists of a transparency mold hologram which expands the image of the exit pupil of said at least three projection optics projected with said concave mirror. Projection optics equipment characterized by being projected with said concave mirror, and for the image of the exit pupil of each projection optics expanded with the diffusion plate which consists of said transparency mold hologram lapping mutually in part at least, and projecting it on it.

[0082]

[2] The projection-optics equipment of one above-mentioned publication characterized by to be arranged so that the include angle which penetrates the diffusion plate with which the beam of light which results in the image of the exit pupil of said at least three projection optics to each of said expanded projection optics becomes the 1st time from said transparency mold hologram in the arrangement which penetrates twice the diffusion plate which consists of said transparency mold hologram may differ from the include angle which penetrate the diffusion plate which becomes the 2nd time from said transparency mold hologram.

[0083]

[3] Projection optics equipment the above 1 characterized by said concave mirror consisting of Fresnel lieberkuhn, or given in two.

[0084]

[4] The diffusion angle of the diffusion plate which consists of said transparency mold hologram is projection optics equipment of three given in any 1 term from the above 1 characterized by being 20 degrees or less with full width at half maximum.

[0085]

[5] Projection optics equipment of four given in any 1 term from the above 1 characterized by the full diffusion angle from which optical reinforcement becomes 1/10 being 40 degrees or less.

[0086]

[6] Projection optics equipment of five given in any 1 term from the above 1 characterized by being arranged so that

the shaft top chief ray from said at least three projection optics may carry out incidence to said concave mirror aslant.
[0087]

[7] Projection optics equipment of six given in any 1 term from the above 1 characterized by being constituted so that the zero-order light which is not diffracted at the time of the 1st transparency [2nd] of the diffusion plate which consists of said transparency mold hologram may not carry out incidence to the image of the exit pupil of each of said expanded projection optics.

[0088]

[8] Projection optics equipment of seven given in any 1 term from the above 1 whose diffusion plate which consists of said transparency mold hologram is characterized by having the crookedness operation by diffraction.

[0089]

[9] When setting to gamma the angle of bend of the shaft top chief ray of d line with the diffusion plate which consists of said transparency mold hologram,

$10 \text{ degrees} < \gamma < 20 \text{ degrees} \dots (3)$

Projection optics equipment of eight given in any 1 term from the above 1 characterized by satisfying the becoming conditions.

[0090]

[10] If the incident angle of the shaft top chief ray of d line to said concave mirror is set to beta,

$5 \text{ degrees} < \beta < 20 \text{ degrees} \dots (4-1)$

Projection optics equipment of nine given in any 1 term from the above 1 characterized by filling *****.

[0091]

[11] If the incident angle of the shaft top chief ray of gamma and d line to said concave mirror is set to beta for the angle of bend of the shaft top chief ray of d line with the diffusion plate which consists of said transparency mold hologram,

$0.5 < \gamma/\beta < 2 \dots (5)$

Projection optics equipment of ten given in any 1 term from the above 1 characterized by filling *****.

[0092]

[12] Projection optics equipment of 11 given in any 1 term from the above 1 characterized by being superimposed and projected near [where a color-separation image consists of said transparency mold hologram according to said at least three projection optics] the diffusion plate.

[0093]

[Effect of the Invention]

Though it is small, projection optics equipment with it can be offered with an easy configuration using the diffusion hologram expanded to the field which according to this invention the exit pupil of projection optics was projected [field] on the observation location, and had the image of the projected exit pupil restricted, so that clearly from the above explanation. [good lighting effectiveness and] [bright]

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] They are a typical optical-path Fig. (a) by one projection optics of the projection optics equipment constituted based on this invention, and drawing (b) showing the example of arrangement of the projection optics equipment constituted based on this invention.

[Drawing 2] It is the optical-path Fig. of the combination of the diffusion plate which consists of a transparency mold hologram crooked by the 1st passage, and the concave mirror of eyepiece optical system, and (a) is the case where it is the direction where, as for (c), an angle of diffraction becomes large to an incident angle, when it is the direction where an angle of diffraction becomes small to an incident angle [as opposed to / when a diffusion plate does not have a crookedness operation of an optical path only by the diffusion / (b) / a normal in the crookedness direction of a diffusion plate].

[Drawing 3] It is the optical-path Fig. of the combination of the diffusion plate which consists of a transparency mold hologram crooked by the 2nd passage, and the concave mirror of eyepiece optical system, and when it is the direction where an angle of diffraction becomes small to an incident angle [as opposed to / (a) / a normal in the crookedness direction of a diffusion plate], (b) is the case where it is the direction where an angle of diffraction becomes large to an incident angle.

[Drawing 4] It is the optical-path Fig. of the combination of the diffusion plate and concave mirror which consist of a transparency mold hologram crooked by the 1st passage when the concave mirror of eyepiece optical system is carrying out eccentricity, and (a) - (c) is drawing corresponding to drawing 2 (a) - (c), respectively.

[Drawing 5] It is an optical-path Fig. in the Y-Z cross section of the example 1 of this invention, and is drawing showing the optical path of the zero-order light of each wavelength in coincidence.

[Drawing 6] It is an optical-path Fig. in the Y-Z cross section of the example 1 of this invention, and is drawing showing the optical path of the surface specular reflection light of each wavelength in coincidence.

[Drawing 7] **, drawing in which (a) shows the physical relationship of a transparency mold hologram, the point light source, and the diffusing-surface light source, drawing in which (b) shows the dimension of a hologram, and (c) are drawings showing the dimension of the diffusing-surface light source in drawing showing photography arrangement of the transparency mold hologram used for the diffusion plate of the example 1 of this invention.

[Drawing 8] It is the same drawing as drawing 5 of the example 2 of this invention.

[Drawing 9] It is the same drawing as drawing 6 of the example 2 of this invention.

[Drawing 10] It is the same drawing as drawing 7 of the example 2 of this invention.

[Drawing 11] It is the same drawing as drawing 5 of the example 3 of this invention.

[Drawing 12] It is the same drawing as drawing 6 of the example 3 of this invention.

[Drawing 13] It is the same drawing as drawing 7 of the example 3 of this invention.

[Drawing 14] It is the same drawing as drawing 5 of the example 4 of this invention.

[Drawing 15] It is the same drawing as drawing 6 of the example 4 of this invention.

[Drawing 16] It is the same drawing as drawing 7 of the example 4 of this invention.

[Drawing 17] It is the explanatory view showing one example of the product adapting the solid observation system by this invention.

[Drawing 18] It is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention.

[Drawing 19] It is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention.

[Drawing 20] It is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention.

[Drawing 21] It is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention.

[Drawing 22] It is the explanatory view showing one example of the solid observation system for an operation using the projection optics equipment of this invention.

[Drawing 23] It is a perspective view at the time of applying the projection optics equipment of this invention to a cellular phone.

[Drawing 24] It is a perspective view at the time of [another] applying the projection optics equipment of this invention to a cellular phone.

[Description of Notations]

M -- Observer

E, EL, ER -- Observer eyeball

P -- Patient

1 -- Projection optics

Projection optics which displays the color-separation image of 1 R--R

Projection optics which displays the color-separation image of 1 G--G

Projection optics which displays the color-separation image of 1 B--B

2 -- Concave mirror (eyepiece optical system)

2' -- Fresnel lieberkuhn

3 -- Diffusion plate which consists of a transparency mold hologram

4 -- Exit pupil image

4' -- Expanded exit pupil image

6 -- Shaft top chief ray from projection optics

70 -- Zero-order Light

71 -- Chief Ray

7R 7G 7B -- Chief ray of the wavelength of R, G, and B (main beam of light) (diffracted light)

The exit pupil of the projection optics which displays the color-separation image of 8 R--R

The exit pupil of the projection optics which displays the color-separation image of 8 G--G

The exit pupil of the projection optics which displays the color-separation image of 8 B--B

Zero-order light of 11 R--R

Surface specular reflection light of 11 G--G

Surface specular reflection light of 11 B--B

Surface specular reflection light of 12 R--R

Surface specular reflection light of 12 G--G

Surface specular reflection light of 12 B--B

100 -- Display panel

101L, 101R -- Projection equipment

102 -- Projection device control unit
103 -- Attachment component
103a -- Control unit
103b -- Attachment component
103c -- Attachment component
104 -- Support arm
104a -- Connection section
104b -- Connection section
104c -- Connection section
104d -- Connection section
105 -- Supporter body with an axle-pin rake
105a -- Axle-pin rake
106 -- Head lining
107 -- Chair
107a -- Axle-pin rake
108 -- Handle
109 -- Image input section
110 -- Free arm
138 -- Cellular phone
139 -- Microphone section
140 -- Loudspeaker section
141 -- Antenna
142 -- Manual operation button

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] They are a typical optical-path Fig. (a) by one projection optics of the projection optics equipment constituted based on this invention, and drawing (b) showing the example of arrangement of the projection optics equipment constituted based on this invention.

[Drawing 2] It is the optical-path Fig. of the combination of the diffusion plate which consists of a transparency mold hologram crooked by the 1st passage, and the concave mirror of eyepiece optical system, and (a) is the case where it is the direction where, as for (c), an angle of diffraction becomes large to an incident angle, when it is the direction where an angle of diffraction becomes small to an incident angle [as opposed to / when a diffusion plate does not have a crookedness operation of an optical path only by the diffusion / (b) / a normal in the crookedness direction of a diffusion plate].

[Drawing 3] It is the optical-path Fig. of the combination of the diffusion plate which consists of a transparency mold hologram crooked by the 2nd passage, and the concave mirror of eyepiece optical system, and when it is the direction where an angle of diffraction becomes small to an incident angle [as opposed to / (a) / a normal in the crookedness direction of a diffusion plate], (b) is the case where it is the direction where an angle of diffraction becomes large to an incident angle.

[Drawing 4] It is the optical-path Fig. of the combination of the diffusion plate and concave mirror which consist of a transparency mold hologram crooked by the 1st passage when the concave mirror of eyepiece optical system is carrying out eccentricity, and (a) - (c) is drawing corresponding to drawing 2 (a) - (c), respectively.

[Drawing 5] It is an optical-path Fig. in the Y-Z cross section of the example 1 of this invention, and is drawing showing the optical path of the zero-order light of each wavelength in coincidence.

[Drawing 6] It is an optical-path Fig. in the Y-Z cross section of the example 1 of this invention, and is drawing showing the optical path of the surface specular reflection light of each wavelength in coincidence.

[Drawing 7] **, drawing in which (a) shows the physical relationship of a transparency mold hologram, the point light source, and the diffusing-surface light source, drawing in which (b) shows the dimension of a hologram, and (c) are drawings showing the dimension of the diffusing-surface light source in drawing showing photography arrangement of the transparency mold hologram used for the diffusion plate of the example 1 of this invention.

[Drawing 8] It is the same drawing as drawing 5 of the example 2 of this invention.

[Drawing 9] It is the same drawing as drawing 6 of the example 2 of this invention.

[Drawing 10] It is the same drawing as drawing 7 of the example 2 of this invention.

[Drawing 11] It is the same drawing as drawing 5 of the example 3 of this invention.

[Drawing 12] It is the same drawing as drawing 6 of the example 3 of this invention.

[Drawing 13] It is the same drawing as drawing 7 of the example 3 of this invention.

[Drawing 14] It is the same drawing as drawing 5 of the example 4 of this invention.

[Drawing 15] It is the same drawing as drawing 6 of the example 4 of this invention.

[Drawing 16] It is the same drawing as drawing 7 of the example 4 of this invention.

[Drawing 17] It is the explanatory view showing one example of the product adapting the solid observation system by this invention.

[Drawing 18] It is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention.

[Drawing 19] It is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention.

[Drawing 20] It is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention.

[Drawing 21] It is the explanatory view showing other examples of the product adapting the solid observation system by this invention.

[Drawing 22] It is the explanatory view showing one example of the solid observation system for an operation using the projection optics equipment of this invention.

[Drawing 23] It is a perspective view at the time of applying the projection optics equipment of this invention to a cellular phone.

[Drawing 24] It is a perspective view at the time of [another] applying the projection optics equipment of this invention to a cellular phone.

[Description of Notations]

M -- Observer

E, EL, ER -- Observer eyeball

P -- Patient

1 -- Projection optics

Projection optics which displays the color-separation image of 1 R--R

Projection optics which displays the color-separation image of 1 G--G

Projection optics which displays the color-separation image of 1 B--B

2 -- Concave mirror (eyepiece optical system)

2' -- Fresnel lieberkuhn

3 -- Diffusion plate which consists of a transparency mold hologram

4 -- Exit pupil image

4' -- Expanded exit pupil image

6 -- Shaft top chief ray from projection optics

70 -- Zero-order Light

71 -- Chief Ray

7R 7G 7B -- Chief ray of the wavelength of R, G, and B (main beam of light) (diffracted light)

The exit pupil of the projection optics which displays the color-separation image of 8 R--R

The exit pupil of the projection optics which displays the color-separation image of 8 G--G

The exit pupil of the projection optics which displays the color-separation image of 8 B--B

Zero-order light of 11 R--R

Surface specular reflection light of 11 G--G

Surface specular reflection light of 11 B--B

Surface specular reflection light of 12 R--R

Surface specular reflection light of 12 G--G

Surface specular reflection light of 12 B--B

100 -- Display panel

101L, 101R -- Projection equipment

102 -- Projection device control unit

103 -- Attachment component

103a -- Control unit

103b -- Attachment component

103c -- Attachment component

104 -- Support arm

104a -- Connection section

104b -- Connection section

104c -- Connection section

104d -- Connection section

105 -- Supporter body with an axle-pin rake

105a -- Axle-pin rake

106 -- Head lining

107 -- Chair

107a -- Axle-pin rake

108 -- Handle

109 -- Image input section

110 -- Free arm

138 -- Cellular phone

139 -- Microphone section

140 -- Loudspeaker section

141 -- Antenna

142 -- Manual operation button

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-301876

(P2004-301876A)

(43) 公開日 平成16年10月28日(2004.10.28)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 27/18

G09F 19/12

H04N 13/04

F1

G02B 27/18

G09F 19/12

H04N 13/04

テーマコード(参考)

5C061

Z

L

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2003-91340 (P2003-91340)

(22) 出願日 平成15年3月28日(2003.3.28)

(71) 出願人 000000376

オリンパス株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(74) 代理人 100097777

弁理士 荏澤 弘

(74) 代理人 100088041

弁理士 阿部 龍吉

(74) 代理人 100092495

弁理士 蛭川 昌信

(74) 代理人 100092509

弁理士 白井 博樹

(74) 代理人 100095120

弁理士 内田 亘彦

(74) 代理人 100095980

弁理士 菅井 英雄

最終頁に続く

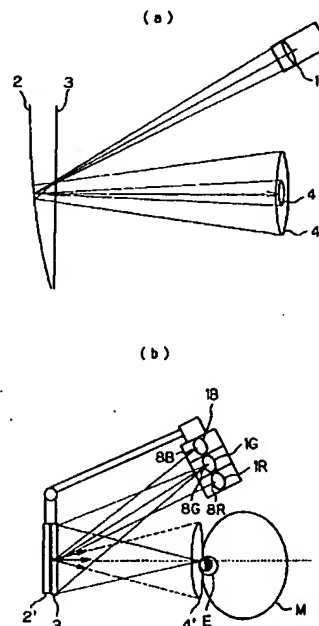
(54) 【発明の名称】 投影光学装置

(57) 【要約】

【課題】 投影光学系の射出瞳を観察位置に投影し、かつ、その投影された射出瞳の像を制限された領域まで拡大する拡散ホログラムを用いて、簡単な構成で小型でありながら、照明効率が良く明るい投影光学装置。

【解決手段】 表示素子に表示された映像を拡大投影する投影光学系1、1R、1G、1Bを少なくとも3つ備え、投影光学系の射出瞳8R、8G、8Bを観察者側に投影する凹面鏡2、2'と、投影光学系で投影された像近傍に配置され、凹面鏡2、2'で投影される投影光学系の射出瞳8R、8G、8Bの像を拡大する透過型ホログラムからなる拡散板3とを備えており、凹面鏡で投影され、透過型ホログラムからなる拡散板で拡大された各投影光学系の射出瞳の像4'が相互に少なくとも一部重なって投影される投影光学装置。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各々表示素子を含みその表示素子に表示された映像を拡大投影する投影光学系を少なくとも 3 つ備え、前記少なくとも 3 つの投影光学系の射出瞳を観察者側に投影する凹面鏡と、前記少なくとも 3 つの投影光学系で投影された像近傍に配置され、前記凹面鏡で投影される前記少なくとも 3 つの投影光学系の射出瞳の像を拡大する透過型ホログラムからなる拡散板とを備えており、前記凹面鏡で投影され、前記透過型ホログラムからなる拡散板で拡大された各投影光学系の射出瞳の像が相互に少なくとも一部重なって投影されることを特徴とする投影光学装置。

【請求項 2】

10

前記少なくとも 3 つの投影光学系から前記拡大された各投影光学系の射出瞳の像に至る光線が前記透過型ホログラムからなる拡散板を 2 回透過する配置において、1 回目に前記透過型ホログラムからなる拡散板を透過する角度と、2 回目に前記透過型ホログラムからなる拡散板を透過する角度とが異なるように配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の投影光学装置。

【請求項 3】

前記凹面鏡がフレネル凹面反射鏡からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の投影光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

本発明は、投影光学装置に関し、特に、ホログラムからなる拡散板を用いた投影光学装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から拡散ホログラムをスクリーンとして用いた投影光学装置が種々提案されている。しかしながら、従来の拡散ホログラムを用いたスクリーンは、スクリーン面に投影された映像からの光をある程度広げるように拡散するために用いられる。これは、通常の白色顔料あるいは透明粒子を混入してなる拡散スクリーンと同様である。ただし、拡散ホログラムはそれから出る拡散光の拡散角を制限可能であるので、比較的明るい映像を投影するこ

30

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の投影光学装置においては、観察位置を制限するという考え方はとられていないので、拡散ホログラムを用いても十分に明るい映像を投影することができなかった。そのため、照明光学系を小型で低出力のものを用いて明るい映像を投影できる投影光学装置を構成することはできなかった。

【0004】

本発明は、従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、投影光学系の射出瞳を観察位置に投影し、かつ、その投影された射出瞳の像を制限された領域まで拡大する拡散ホログラムを用いて、簡単な構成で小型でありながら、照明効率が良く明るい投影光学装置を提供することである。

40

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の投影光学装置は、各々表示素子を含みその表示素子に表示された映像を拡大投影する投影光学系を少なくとも 3 つ備え、前記少なくとも 3 つの投影光学系の射出瞳を観察者側に投影する凹面鏡と、前記少なくとも 3 つの投影光学系で投影された像近傍に配置され、前記凹面鏡で投影される前記少なくとも 3 つの投影光学系の射出瞳の像を拡大する透過型ホログラムからなる拡散板とを備えており、前記凹面鏡で投影され、前記透過型ホログラムからなる拡散板で拡大された各投影光学系の射出瞳の像が相互

50

に少なくとも一部重なって投影されることを特徴とするものである。

【0006】

この場合に、前記少なくとも3つの投影光学系から前記拡大された各投影光学系の射出瞳の像に至る光線が前記透過型ホログラムからなる拡散板を2回透過する配置において、1回目に前記透過型ホログラムからなる拡散板を透過する角度と、2回目に前記透過型ホログラムからなる拡散板を透過する角度とが異なるように配置されていることが望ましい。

【0007】

また、前記凹面鏡はフレネル凹面反射鏡からなることが望ましい。

【0008】

【発明の実施の形態】

10

以下に、本発明において上記構成をとる理由とその作用について説明する。

【0009】

図1(a)に、本発明に基づき構成される投影光学装置の1つの投影光学系1による模式的光路図を、また、図1(b)に、本発明に基づき構成される投影光学装置の配置例を示す。なお、図1(b)において、凹面鏡2はフレネル凹面反射鏡2'で構成されている。なお、投影光学系1、1R、1G、1Bについては、表示素子、照明光源の図示は省かれている。図1(a)に示すように、表示素子に表示された映像(光源からの光束が走査手段で偏向走査されて形成された映像を含む)は、投影光学系1で拡大投影される。そして、その投影像近傍には拡散板3と、接眼光学系の凹面鏡2とが配置されている。ここで、拡散板3は透過型ホログラムからなる。凹面鏡2は投影光学系1の射出瞳を所定の位置に射出瞳像4として投影する。この所定の位置は、図1(b)に示すように、観察者Mの眼球Eと略一致している。投影光学系1の接眼光学系2により形成された射出瞳像4は、拡散板3によって観察しやすい大きさの射出瞳像4'に拡大される。これにより、観察者Mの眼Eの位置が射出瞳像4の位置から多少ずれても、投影像を観察像として観察することが可能になる。この結果、明るくて観察しやすい投影光学装置が得られる。

20

【0010】

ただし、拡散板3はホログラムで構成されているので波長分散がある。よって、波長が異なると、拡散角(回折角)が変化する。そのため、拡大された射出瞳像4'の位置は、波長に応じて図1(a)の場合は上下方向にずれる。したがって、カラー映像を表示する場合には、投影光学系としては、例えば図1(b)に示すような構成になる。図1(b)では、R(赤色)、G(緑色)、B(青色)の各色に分解された像を表示する3つの投影光学系1R、1G、1Bを用いている。ここで、投影光学系1R、1G、1Bは、凹面鏡2への投影光の入射角が異なり、かつ、拡散板3上での各投影像が重なるように、図1(b)の上下方向の位置に並べて配置されている。このような構成により、拡散板3による波長分散を補償すると共に、各投影光学系1R、1G、1Bにより拡大された射出瞳像4'の位置が相互に重なるようにしている(この点は、後記の説明でより具体的に説明する)。

30

【0011】

ここで、本発明における特徴は、図1(a)に示すように、拡散板3を接眼光学系の凹面鏡2の入射側に配置している点である。このような構成に加えて拡散板3が透過型ホログラムであるので、投影光学系1から装置の射出瞳4'の位置に至る光線は、拡散板3を往復で計2回透過する。このような特徴を有するため、光は拡散板3で2度回折されることになる。このことを踏まえて、本発明では1回目(凹面鏡2に入射する前)の拡散板3を透過する角度と、2回目(凹面鏡2に入射した後)の拡散板3を透過する角度とを積極的に異ならせて、拡散板3(ここではホログラム)の角度選択性により何れか一方での回折を避けるようにしている。そのための配置については、後記する。

40

【0012】

そして、拡散板3は、その拡散角が半値全幅で20°以下であることが好ましい。拡散板3の拡散角が半値全幅で20°を越えると、拡散角が大きくなりすぎる。この場合、観察視域は広がるが、観察像の明るさが暗くなり、観察物体を照明する照明装置が大掛かりに

50

になってしまう。さらに好ましくは、拡散板3の拡散角は、半値全幅で 10° 以上あるのが好ましい。このようにすると、より見やすい投影光学装置になる。

【0013】

また、その拡散板3は、10分の1全幅の拡散角が 40° 以下となる拡散特性を有することが好ましい。さらに、10分の1全幅で拡散角が 30° 以下となる拡散特性を有することが好ましい。

【0014】

また、立体像を観察する構成の場合は、拡散板3の拡散角は半値全幅で 8° 以下であることが好ましい。また、10分の1全幅の拡散角が 12° 以下であることが好ましい。

【0015】

次に、拡散板3の屈曲作用と波長分散の関係、及び接眼光学系の凹面鏡2と拡散板3の配置関係について説明する。拡散板3はホログラムであるので、参照光と拡散光源（2次光源）からの物体光との干渉記録によって作製される。このとき、参照光と物体光が同軸（インライン）配置での記録であると、図2（a）に示したように、投影光学系1からの軸上主光線6は、拡散板3に1回目の入射をして拡散板3で屈曲されずに直通する。そして、拡散板3を直通した主光線は、凹面鏡2で反射されて方向を変え、拡散板3を裏面側から入射して拡散板3を直通する。この際、1回目の入射の際に入射光の入射角度が、ホログラムの再生光入射角度（回折効率がピーク近傍になる角度）を満足していれば、1回目の透過の際に直通する主光線の周りに回折による拡散光が分布し、2回目の透過の際にはその拡散光はほとんど直通する。一方、2回目の入射の際に入射光の入射角度が、再生光入射角度を満足していれば、1回目の透過の際には軸上主光線6は回折されずにほとんど直通し、2回目の透過の際に直通する主光線の周りに回折による拡散光が分布する。何れの場合も、0次光 7_0 と主光線 7_1 は同じ方向に進む。図2（a）はこの様子を示したものであり、拡散光は図示していない。この図では、拡散板3で回折されない0次光 7_0 と回折された拡散光中の主光線（中心光線） 7_1 のみを図示している。この図では、0次光 7_0 と主光線 7_1 は同じ方向に進み、装置の射出瞳4'の中心に達する。したがって、図2（a）に示すように、拡散板3が拡散作用のみで、光路の屈曲作用を持たない場合は、拡散光だけでなく回折により拡散されない0次光 7_0 までもが射出瞳4'に達する。その結果、観察される映像中心に、0次光 7_0 のスポットが見えることになり望ましくない。

【0016】

そこで、拡散板3として、参照光と物体光が相互に同軸でないオフライン配置の関係で記録したホログラムを用いる。このようなオフライン配置で記録した拡散板3は、再生光入射角度を満足して回折する場合に光線の屈曲と共に波長分散が生じる。その屈曲方向によって図2（b）、（c）のような光路と、図3（a）、（b）のような光路とをとる。ここで、図2（b）、（c）は、拡散板3の再生光入射角度条件を、1回目の入射の際に満足している場合である。また、図3（a）、（b）は、2回目の入射の際に満足している場合である。図2（b）、図3（a）は、光線の屈曲方向が、拡散板3の法線に対する入射角に対して回折角が小さくなる方向の場合であり、図2（c）、図3（b）は、入射角に対して回折角が大きくなる方向の場合である。各図中、拡散光の図示は省き、拡散板3で回折して屈曲されたR、G、Bの波長の主光線（中心光線）をそれぞれ 7_R 、 7_G 、 7_B で示してある。各図から明らかなように、光線を屈曲させる作用を持つ透過型ホログラムを拡散板3として用いると、ホログラムで回折されない0次光 7_0 を回折光 7_R 、 7_G 、 7_B から分離できる。その結果、0次光が装置の射出瞳4'に入射しないように構成することが可能になる。具体的には、装置の射出瞳4'の位置において、射出瞳4'の中心からその瞳径の2分の1以上離れた位置に、0次光 7_0 が入射するように構成することが望ましい。

【0017】

なお、透過型ホログラムでの屈曲角（偏角）を上記入射角と回折角の差の絶対値 γ で定義し、かつ、その屈曲角をd線（波長587.6nm）で測るとした場合、屈曲角 γ が小さ

すぎると、上記のように観察像中に0次光が入射してしまう。逆に、大きすぎると、波長分散を補償するために配置する投影光学系1R、1G、1B間の間隔が大きくなりすぎる。その結果、拡散板3上でのR、G、Bの投影像間の歪み（アオリ歪み）差が大きくなりすぎてしまい、正常なカラー像が観察し難くなる。

【0018】

したがって、拡散板3のd線での屈曲角（偏角） γ （d線）は、
 $\gamma > 1^\circ$. . . (1)

の関係を満たすのが良い。

【0019】

さらに好ましくは、
 $\gamma > 2^\circ$. . . (1-1)

なる条件を満足することが好ましい。

【0020】

さらに好ましくは、
 $\gamma > 10^\circ$. . . (1-2)

なる条件を満足することが望ましい。

【0021】

また、
 $\gamma < 45^\circ$. . . (2)

の関係を満たすのが良い。

【0022】

さらに好ましくは、
 $\gamma < 20^\circ$. . . (2-1)

なる条件を満足することが好ましい。

【0023】

上記の条件（1-2）と（2-1）を組み合わせると、次の条件（3）となる。

【0024】

$10^\circ < \gamma < 20^\circ$. . . (3)

この条件（3）についてさらに説明する。この条件の下限の 10° を下回ると、0次光と表示像を観察可能にする正規観察光との分離が少なくなる。そのため、観察者がちょっと頭を動かすと、0次光が眼に入ってまぶしくなることが多くなる。また、この条件の上限の 20° を越えると、拡散板3上でのR、G、Bの投影像間の歪み差が大きくなりすぎてしまい、正常なカラー像が観察し難くなる。

【0025】

ところで、図2、図3においては、投影光学系1からの軸上主光線6あるいは0次光7₀は、凹面鏡2に斜め（凹面鏡2の入射位置での法線に対して角度 β をなす。）に入射することを考えていた。ここで、軸上主光線6あるいは0次光7₀が凹面鏡2に略直角（ $\beta \approx 0^\circ$ ）に入射すると、拡散板3を2度通過した後にホログラムから射出する主光線7_R、7_G、7_Bは軸上主光線6と略反対方向に向かう。そのため、装置の射出瞳4の位置と投影光学系1が干渉することになる。そこで、凹面鏡2に入射する投影光学系1からの軸上主光線6、又はその0次光7₀の凹面鏡2への入射角 β （d線）は、
 $0^\circ < \beta < 45^\circ$. . . (4)

の関係を満たすことが望ましい。

【0026】

さらに好ましくは、
 $5^\circ < \beta < 20^\circ$. . . (4-1)

なる条件を満足することが好ましい。

【0027】

この条件（4-1）についてさらに説明する。この条件の下限の 5° を下回ると、凹面鏡2の偏心量が小さくなる。そのため、拡散板3で共役再生が起こり、表示像観察に利用可

能な光量が低下する。また、この条件の上限の 20° を越えると、凹面鏡2の偏心量が大きくなりすぎる。そのため、投影される瞳収差が大きくなり、均一な明るさの像を観察することが困難になってしまう。

【0028】

また、図2、図3においては、投影光学系1からの軸上主光線6が拡散板3及びその裏面側の凹面鏡2に入射する位置は、それぞれの略中心で、また、拡散板3と凹面鏡2の間には偏心はないものとした。その場合、図2、図3から明らかなように、拡散板3を2度通過した投影光（回折光） 7_R 、 7_G 、 7_B は、拡散板3の面の法線に対して角度をなすことになる。よって、装置の射出瞳4'は、拡散板3の正面には位置しなくなる。この状態だと、観察者が射出瞳4'の位置に眼球位置を合わせると、観察者は斜め方向から投影された映像を見ることになり、観察される像はアオリ像となって像歪みが発生する。そこで、図4(a)～(c)に示すように、拡散板3に対して、凹面鏡2を偏心させている（何れの図も上方へ偏心させている）。このようにして、拡散板3を2度目に通過した際に、凹面鏡2で反射された主光線 7_R 、 7_G 、 7_B が拡散板3に対して略直角をなすようにしている。なお、図4(a)～(c)は、それぞれ図2(a)～(c)に対応している。

10

【0029】

ところで、図2～図4から明らかなように、単一の投影光学系1を用いる場合は、拡散板3と凹面鏡2を経たR、G、Bの波長の主光線 7_R 、 7_G 、 7_B は、拡散板3の透過型ホログラムによる波長分散のため、異なる角度で拡散板3と凹面鏡2から射出する。そのため、それぞれの波長による拡大された射出瞳像4'の位置に、ずれが発生する。その結果、し正常の色再現性が得られないか、正常な色再現性でカラー像を観察できる射出瞳範囲が狭くなってしまう。そこで、前記したように、R、G、Bの各色ごとに分解された像を表示する、3つの投影光学系1R、1G、1Bを用いる。そして、凹面鏡2への投影光の入射角が異なり、かつ、これら投影光学系1R、1G、1Bを上下方向に並列に配置する。その際、拡散板3上での各投影像が、重なるように配置する。このような構成にすることで、拡散板3によるこのような波長分散を補償し、これら投影光学系1R、1G、1Bにより拡大された射出瞳像4'の位置が相互に重なるようにすることができる。

20

【0030】

具体的に、図2(b)、図3(a)、図4(b)の場合は、上から下へ順に、Rの色分解像を投影する投影光学系1R、Gの色分解像を投影する投影光学系1G、Bの色分解像を投影する投影光学系1Bを、上下に並列して配置する。これにより、Gの波長の主光線 7_G の位置に、他のR、Bの波長の主光線 7_R 、 7_B を一致させることができる。その結果、全ての波長で一致した、広い拡大された射出瞳像4'を得ることができる。また、図2(c)、図3(b)、図4(c)の場合は、上記とは逆に、上から下へ順に、Bの色分解像を投影する投影光学系1B、Gの色分解像を投影する投影光学系1G、Rの色分解像を投影する投影光学系1Rを上下に並列して配置する。これにより、Gの波長の主光線 7_G の位置に、他のR、Bの波長の主光線 7_R 、 7_B を一致させることができる。その結果、全ての波長で一致した、広い拡大された射出瞳像4'を得ることができる。

30

【0031】

なお、投影光学系1、1R、1G、1Bから拡散板3上に斜め方向から投影像を入射させるので、拡散板3上での投影像もアオリ像となって像歪みが発生する。そのため、投影光学系1、1R、1G、1Bはこのようなアオリ像の像歪みを補正する機能を持ったものを使用するのが望ましい。

40

【0032】

また、装置の射出瞳4'を拡散板3の正面に位置するようにし、かつ、投影光学系1、1R、1G、1Bからの軸上主光線6あるいは0次光 7_0 は凹面鏡2に斜めに入射するようにしてもよい。これにより、表面正反射光を装置の射出瞳4'に入射させないようにする効果も得られる。この正面正反射光は、投影光学系1、1R、1G、1Bから拡散板3に入射する投影光がその表面で反射した光であって、ノイズ光になる。

50

【0033】

なお、上記の屈曲角（偏角） γ と凹面鏡2への入射角 β の比 γ/β は、
 $0.5 < \gamma/\beta < 2$. . . (5)
 の関係を満たすことが望ましい。

【0034】

この条件(5)について説明する。この条件の下限の0.5を下回ると、拡散板3の屈曲角が小さくなる。そのため、拡散板3で回折しない0次光が装置の射出瞳4'に入射してしまい、観察像にスポットフレアーがのることになる。また、上限の2を越えると、凹面鏡2の偏心量が比較的小さくなる。この場合、拡散板3に入射した後、凹面鏡2で反射してから、拡散板3の裏面で極僅かではあるがフレネル反射により反射され、再度凹面鏡2で反射する光線が存在する。そして、その光線が射出瞳4'に入射してしまう。この光線もスポットフレアーとして観察されてしまうので、好ましくない。

【0035】

さらに好ましくは、
 $1 < \gamma/\beta < 1.5$. . . (5-1)
 なる条件を満足することが、スポットフレアーの点でより好ましい。

【0036】

ところで、拡散板3を用いる場合は、表示素子を照明する光源、あるいは、走査手段に入射させる光束を発生する光源は、単色性の高いLEDやLDを用いることが望ましい。

【0037】

以下に、本発明の投影光学装置の実施例1～4について説明する。何れの実施例においても、凹面鏡2は投影光学系1R、1G、1Bの射出瞳を拡大投影する作用を生じ、拡散板3の組み合わせて光学系を構成する。また、凹面鏡2はフレネル凹面反射鏡2'から構成されている。また、各実施例において、後記の構成パラメータにおける光線追跡は、中心に配置する投影光学系1Gの射出瞳8Gを物体面とし、装置の射出瞳（射出瞳4の拡大された射出瞳像）4'を像面とし、その投影光学系1Gの射出瞳8Gの中心から装置の射出瞳4'までの順光線追跡（波長587.6nm）で行っている。

【0038】

実施例1のY-Z断面内の光路図を図5、図6に示す。ここで、図5及び図6は、投影光学系1R、1G、1Bの各射出瞳8R、8G、8Bから像面に到るまで間の光線の様子であって、図5は各波長の0次光11R、11G、11Bの様子であり、図6は表面正反射光12R、12G、12Bの様子である。また、図7に、この実施例の拡散板3に用いる透過型ホログラムの撮影配置を示す。図7中の数字はmm単位である。

【0039】

実施例1は、図2(c)に対応するもので、再生光入射角度条件が1回目の入射の際に満足し、2回目には回折せず、かつ、光線の屈曲方向が拡散板3の面の法線に対する入射角に対して回折角が大きくなる方向の場合の例である。また、フレネル凹面反射鏡2'はフレネル裏面鏡で構成されており、そのフレネル裏面鏡の偏心量をMY、軸上主光線10Gの拡散板3による偏角量を γ 、フレネル凹面反射鏡2'への入射角を β とすると、

$$MY = 157.23 \text{ mm}$$

$$\gamma = 15.00^\circ \text{ (屈折率 } 1.4924 \text{ の硝材中で)}$$

$$\beta = 12.57^\circ \text{ (屈折率 } 1.4924 \text{ の硝材中で)}$$

$$\gamma/\beta = 1.19$$

である。また、各投影光学系1R、1G、1Bの射出瞳8R、8G、8Bから第1面（拡散板3の入射側の平面）への軸上主光線10R、10G、10Bの入射角（偏心角）を θ とし、投影光学系1R、1G、1Bからの波長をそれぞれ656.3nm、587.6nm、486.13nmとすると、

波長	θ
656.3nm	23.40°
587.6nm	25.00°
486.13nm	27.54°

である。

【0040】

また、拡散板3として用いる透過型ホログラムの露光条件は、図7(a)中に示す通りである。露光の際の座標系は、透過型ホログラムの面の軸上主光線10Gの入射点を原点にして、ホログラム面をX-Y面とし、投影光学系1Gの射出瞳8Gから離れる方向をZ軸とする。このとき、ホログラムの寸法を、図7(b)に示すように、縦×横を190mm×250mmとする。また、露光のための第1光源位置(X1, Y1, Z1)は以下の通りであり、点光源とする。

【0041】

$$(X1, Y1, Z1) = (0, 297.11, -578.12)$$

また、第2光源中心位置(X2, Y2, Z2)は以下の通りである。そして、図7(c)に示すように、縦×横が86.67mm×86.67mmの面積を持つ拡散面光源とする。

【0042】

$$(X2, Y2, Z2) = (0, 435.32, -482.72)$$

以上の露光条件で作製した透過型ホログラムを、拡散板3として使用する。これにより、拡散板3により拡散された各波長の光束は、フレネル凹面反射鏡2'で反射される。また、観察者瞳面で色再現性良く観察できる射出瞳範囲が、縦×横が60mm×60mmの正方形の拡大瞳4'となり、その中にφ60の円形瞳が可能になる。

【0043】

実施例2のY-Z断面内の光路図を図8、図9に示す。ここで、図8及び図9は、投影光学系1R、1G、1Bの各射出瞳8R、8G、8Bから像面に到るまでの光線の様子であって、図8は各波長の0次光11R、11G、11Bの様子であり、図9は表面正反射光12R、12G、12Bの様子である。また、図10にこの実施例の拡散板3に用いる透過型ホログラムの撮影配置を示す。図10中の数字はmm単位である。

【0044】

実施例2は、図2(b)に対応するもので、再生光入射角度条件が1回目の入射の際に満足し、2回目には回折せず、かつ、光線の屈曲方向が拡散板3の面の法線に対する入射角に対して回折角が小さくなる方向の場合の例である。また、フレネル凹面反射鏡2'はフレネル裏面鏡で構成されており、そのフレネル裏面鏡の偏心量をMY、軸上主光線10Gの透過型ホログラム3による偏角量を γ 、フレネル凹面反射鏡2'への入射角を β とする

$$MY = 43.23 \text{ mm}$$

$$\gamma = 15.00^\circ \text{ (屈折率 } 1.4924 \text{ の硝材中で)}$$

$$\beta = 3.36^\circ \text{ (屈折率 } 1.4924 \text{ の硝材中で)}$$

$$\gamma / \beta = 4.46$$

である。また、各投影光学系1R、1G、1Bの射出瞳8R、8G、8Bから第1面(拡散板3の入射側の平面)への軸上主光線10R、10G、10Bの入射角(偏心角)を θ とし、投影光学系1R、1G、1Bからの波長をそれぞれ656.3nm、587.6nm、486.13nmとすると、

波長	θ
656.3nm	26.82°
587.6nm	25.00°
486.13nm	22.37°

である。

【0045】

また、拡散板3として用いる透過型ホログラムの露光条件は、図10(a)中に示す通りである。露光の際の座標系は、透過型ホログラムの面の軸上主光線10Gの入射点を原点にして、ホログラム面をX-Y面とし、投影光学系1Gの射出瞳8Gから離れる方向をZ軸とする。このとき、ホログラムの寸法を、図10(b)に示すように、縦×横を190mm×250mmとする。また、露光のための第1光源位置(X1, Y1, Z1)は以下の通りであり、点光源とする。

【0046】

$$(X1, Y1, Z1) = (0, 297.11, -578.12)$$

また、第2光源中心位置(X2, Y2, Z2)は以下の通りであり、図10(c)に示すように、縦×横が86.67mm×86.67mmの面積を持つ拡散面光源とする。

【0047】

$$(X2, Y2, Z2) = (0, 136.36, -635.53)$$

以上の露光条件で作製した透過型ホログラムを拡散板3として使用することにより、拡散板3により拡散された各波長の光束は、フレネル凹面反射鏡2'で反射された後、観察者瞳面で色再現性良く観察できる射出瞳範囲が縦×横が60mm×60mmの正方形の拡大瞳4'となり、その中にφ60の円形瞳が可能になる。

【0048】

実施例3のY-Z断面内の光路図を図11、図12に示す。ここで、図11及び図12は、投影光学系1R、1G、1Bの各射出瞳8R、8G、8Bから像面に到るまで間の光線の様子であって、図11は各波長の0次光11R、11G、11Bの様子であり、図12は表面正反射光12R、12G、12Bの様子である。また、図13にこの実施例の拡散板3に用いる透過型ホログラムの撮影配置を示す。図13中の数字はmm単位である。

【0049】

実施例3は、図3(a)に対応するもので、再生光入射角度条件が2回目の入射の際に満足し、1回目には回折せず、かつ、光線の屈曲方向が拡散板3の面の法線に対する入射角に対して回折角が小さくなる方向の場合の例である。また、フレネル凹面反射鏡2'はフレネル裏面鏡で構成されており、そのフレネル裏面鏡の偏心量をMY、軸上主光線10Gの透過型ホログラム3による偏角量を γ 、フレネル凹面反射鏡2'への入射角を β とすると、

$$MY = 49.77 \text{ mm}$$

$$\gamma = 12.30^\circ \text{ (屈折率 } 1.4924 \text{ の硝材中で)}$$

$$\beta = 12.60^\circ \text{ (屈折率 } 1.4924 \text{ の硝材中で)}$$

$$\gamma / \beta = 0.97$$

である。また、各投影光学系1R、1G、1Bの射出瞳8R、8G、8Bから第1面(拡散板3の入射側の平面)への軸上主光線10R、10G、10Bの入射角(偏心角)を θ とし、投影光学系1R、1G、1Bからの波長をそれぞれ656.3nm、587.6nm、486.13nmとすると、

10

20

30

40

波長	θ
656.3nm	26.66°
587.6nm	25.00°
486.13nm	22.69°

である。

【0050】

また、拡散板3として用いる透過型ホログラムの露光条件は、図13(a)中に示す通りである。露光の際の座標系は、透過型ホログラムの面の軸上主光線10Gの入射点を原点にして、ホログラム面をX-Y面とし、投影光学系1Gの射出瞳8Gから離れる方向をZ軸とする。このとき、ホログラムの寸法を、図13(b)に示すように、縦×横を190mm×250mmとする。また、露光のための第1光源位置(X1, Y1, Z1)は以下の通りであり、点光源とする。

【0051】

$$(X1, Y1, Z1) = (0, -96.13, -439.65)$$

また、第2光源中心位置(X2, Y2, Z2)は以下の通りであり、図13(c)に示すように、縦×横が60mm×60mmの面積を持つ拡散面光源とする。

【0052】

$$(X2, Y2, Z2) = (0, 0, -450.00)$$

以上の露光条件で作製した透過型ホログラムを拡散板3として使用することにより、フレネル凹面反射鏡2'で反射された後、拡散板3により拡散された光束は、観察者瞳面で色再現性良く観察できる射出瞳範囲が縦×横が60mm×60mmの正方形の拡大瞳60となり、その中にφ60の円形瞳が可能になる。

【0053】

実施例4のY-Z断面内の光路図を図14、図15に示す。ここで、図14及び図15は、投影光学系1R、1G、1Bの各射出瞳8R、8G、8Bから像面に到るまでの光線の様子であって、図14は各波長の0次光11R、11G、11Bの様子であり、図15は表面正反射光12R、12G、12Bの様子である。また、図16にこの実施例の拡散板3に用いる透過型ホログラムの撮影配置を示す。図16中の数字はmm単位である。

【0054】

実施例4は、図3(b)に対応するものであって、再生光入射角度条件が2回目の入射の際に満足し、1回目には回折せず、かつ、光線の屈曲方向が拡散板3の面の法線に対する入射角に対して大きくなる方向の場合の例である。また、フレネル凹面反射鏡2'はフレネル裏面鏡で構成されており、そのフレネル裏面鏡の偏心量をMY、軸上主光線10の透過型ホログラム3による偏角量を γ 、フレネル凹面反射鏡2'への入射角を β とすると、 $MY = 171.54\text{mm}$

$$\gamma = 15.00^\circ \text{ (屈折率 } 1.4924 \text{ の硝材中で)}$$

$$\beta = 2.88^\circ \text{ (屈折率 } 1.4924 \text{ の硝材中で)}$$

$$\gamma / \beta = 5.21$$

である。また、各投影光学系1R、1G、1Bの射出瞳8R、8G、8Bから第1面(拡散板3の入射側の平面)への軸上主光線10R、10G、10Bの入射角(偏心角)を θ とし、投影光学系1R、1G、1Bからの波長をそれぞれ656.3nm、587.6nm、486.13nmとすると、

波長	θ
656.3nm	23.04°
587.6nm	25.00°
486.13nm	28.24°

である。

【0055】

また、拡散板3として用いる透過型ホログラムの露光条件は、図16(a)中に示す通りである。露光の際の座標系は、透過型ホログラムの面の軸上主光線10Gの入射点を原点にして、ホログラム面をX-Y面とし、投影光学系1Gの射出瞳8Gから離れる方向をZ軸とする。このとき、ホログラムの寸法を、図16(b)に示すように、縦×横を190mm×250mmとする。また、露光のための第1光源位置(X1, Y1, Z1)は以下の通りであり、点光源とする。

【0056】

$$(X1, Y1, Z1) = (0, 116.62, -434.63)$$

10

また、第2光源中心位置(X2, Y2, Z2)は以下の通りであり、図16(c)に示すように、縦×横が60mm×60mmの面積を持つ拡散面光源とする。

【0057】

$$(X2, Y2, Z2) = (0, 0, -450.00)$$

以上の露光条件で作製した透過型ホログラムを拡散板3として使用する。これにより、フレネル凹面反射鏡2'で反射された後、拡散板3により拡散された光束により、観察者瞳面で色再現性良く観察できる射出瞳範囲が縦×横が60mm×60mmの正方形の拡大瞳60となり、その中にφ60の円形瞳が可能になる。

【0058】

以下に、上記実施例1～4の構成パラメータを示す。上記のように、これら実施例においては、軸上主光線10Gを、投影光学系1Gの射出瞳8Gの中心を出て拡散板3の中心通り、装置の射出瞳4'中心に至る光線で定義する。そして、順光線追跡において、投影光学系1Gの射出瞳8Gの中心を原点とし、瞳面をX-Y面とし、瞳に垂直な軸上主光線10Gの進行方向をZ軸正方向としている。

20

【0059】

そして、偏心面については、光学系の原点からその面の面頂位置の偏心量(X軸方向、Y軸方向、Z軸方向をそれぞれX, Y, Z)と、その面の中心軸(非球面については、下記(a)式のZ軸)のX軸、Y軸、Z軸それぞれを中心とする傾き角(それぞれα, β, γ(°))とが与えられている。その場合、αとβの正はそれぞれの軸の正方向に対して反時計回りを、γの正はZ軸の正方向に対して時計回りを意味する。なお、面の中心軸のα, β, γの回転のさせ方は、面の中心軸とそのXYZ直交座標系を、まずX軸の回りで反時計回りにα回転させ、次に、その回転した面の中心軸を新たな座標系のY軸の回りで反時計回りにβ回転させると共に1度回転した座標系もY軸の回りで反時計回りにβ回転させ、次いで、その2度回転した面の中心軸を新たな座標系の新たな座標系のZ軸の回りで時計回りにγ回転させるものである。

30

【0060】

また、本発明で用いられる非球面は、以下の定義式で与えられる回転対称非球面である。

【0061】

$$Z = (Y^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + K) Y^2 / R^2\}^{1/2}] + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} + \dots \quad (a)$$

40

ただし、Zを光の進行方向を正とした光軸(軸上主光線)とし、Yを光軸と垂直な方向にとる。ここで、Rは近軸曲率半径、Kは円錐定数、A、B、C、D、…はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。この定義式のZ軸が回転対称非球面の軸となる。

【0062】

なお、データの記載されていない非球面に関する項は0である。屈折率については、d線(波長587.56nm)に対するものを表記してある。長さの単位はmmである。

【0063】

以下に、上記実施例1～4の構成パラメータを示す。なお、以下の表中の“ASS”は非球面、“FL”はフレネル面、“RE”は反射面、“HOE”は透過型ホログラム、“P”

50

IM" は画像投影面をそれぞれ示す。

【0064】

実施例1

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
物体面	∞				
1	HOE		偏心(1)	1.4924	57.6
2	∞ (PIM)		偏心(1)	1.4924	57.6
3	ASS (1) (RE, FL)		偏心(2)	1.4924	57.6
4	∞		偏心(1)		
像 面	∞		偏心(3)		
	ASS (1)				
R	-407.45				
K	-5.8103×10				
A	-7.5130×10^{-7}				
B	7.5802×10^{-12}				20
C	-3.1478×10^{-17}				
	偏心(1)				
X	0.00	Y	0.00	Z	650.00
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(2)				
X	0.00	Y	MY	Z	577.79
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(3)				
X	0.00	Y	-190.18	Z	242.16
α	25.00	β	0.00	γ	0.00

【0065】

実施例 2

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
-----	------	-----	----	-----	------

物体面	∞				
-----	----------	--	--	--	--

1	HOE		偏心(1)	1.4924	57.6
---	-----	--	-------	--------	------

2	∞ (P I M)		偏心(1)	1.4924	57.6
---	------------------	--	-------	--------	------

3	ASS (1) (RE, FL)		偏心(2)	1.4924	57.6
---	------------------	--	-------	--------	------

4	∞		偏心(1)		
---	----------	--	-------	--	--

10

像 面	∞		偏心(3)		
-----	----------	--	-------	--	--

ASS (1)

R -794.83

K -5.3753×10 A 1.0973×10^{-6} B 2.4736×10^{-11} C -2.7488×10^{-16}

20

偏心(1)

X 0.00 Y 0.00 Z 650.00

 α 25.00 β 0.00 γ 0.00

偏心(2)

X 0.00 Y MY Z 630.94

 α 25.00 β 0.00 γ 0.00

偏心(3)

30

X 0.00 Y -190.18 Z 242.16

 α 25.00 β 0.00 γ 0.00

【 0 0 6 6 】

実施例 3

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
物体面	∞				
1	∞ (P I M)		偏心(1)	1.4924	57.6
2	ASS (1) (RE, FL)		偏心(2)	1.4924	57.6
3	∞		偏心(1)		
4	HOE		偏心(1)	1.4924	57.6
像 面	∞		偏心(3)		10
	ASS (1)				
R	-792.61				
K	0.0000				
A	3.7000×10^{-9}				
B	-2.3710×10^{-13}				
C	5.4398×10^{-18}				20
	偏心(1)				
X	0.00	Y	0.00	Z	650.00
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(2)				
X	0.00	Y	MY	Z	627.89
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
	偏心(3)				30
X	0.00	Y	-190.18	Z	242.16
α	25.00	β	0.00	γ	0.00

【 0 0 6 7 】

実施例 4

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
物体面	∞				
1	∞ (PIM)		偏心(1)	1.4924	57.6
2	ASS(1) (RE, FL)		偏心(2)	1.4924	57.6
3	∞		偏心(1)		
4	HOE		偏心(1)	1.4924	57.6
像面	∞		偏心(3)		
ASS(1)					
R	-763.19				
K	-2.3408				
A	-1.8903×10^{-8}				
B	1.4268×10^{-13}				
C	-4.9692×10^{-19}				20
偏心(1)					
X	0.00	Y	0.00	Z	650.00
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
偏心(2)					
X	0.00	Y	MY	Z	571.11
α	25.00	β	0.00	γ	0.00
偏心(3)					
X	0.00	Y	-190.18	Z	242.16
α	25.00	β	0.00	γ	0.00

10

20

30

50

【0068】

次に、本発明の投影光学装置を立体観察装置として構成する実施例について説明する。

【0069】

図17は、上述の各実施例で示した構成を備えた本発明が適用可能な立体観察システムの1例を示す概略構成図である。本例では、R、G、Bの投影光学系1R、1G、1Bの組を1組の投影装置として、1対のそのような投影装置101L、101Rを用意し、左右の投影装置101L、101Rに両眼視差のある映像を表示させる。この左右の投影装置101L、101Rは投影装置制御装置102に接続されている。投影装置制御装置102は、立体(3D)内視鏡や、立体(3D)顕微鏡等の立体(3D)画像入力装置に設けられている左右のカメラで撮像された画像を選択入力して、左右の投影装置101L、101Rにその選択した画像を送って表示させるように構成されている。また、本例では、投影装置制御装置102は、その他の選択入力可能な画像として、パソコンを介して作成された視差を有する立体(3D)画像も本例の表示パネル100への入力画像として入力して投影装置101L、101Rに表示させることができるように構成されている。そして、表示パネル100としては、以上で説明したような接眼光学系の凹面鏡2あるいはフレネルフレネル反射鏡2'とその前面に配置された透過型ホログラムからなる拡散板3と

からなるものを用いる。

【0070】

以下に、このように構成された立体観察システムの応用例について説明する。

【0071】

図18は、本発明による上記のような立体観察システムを応用した製品の1実施例を示す説明図である。本実施例の製品は、表示パネル100と左右の投影装置101L、101Rとを保持部材103に一体的に取り付けた反射型立体投影観察装置と、保持部103を支持する支持アーム104と、支持アーム104を支持するキャスター付き支持部本体105とで構成されている。反射型立体投影観察装置は、左右の投影装置101L、101Rから互いに視差のある映像を表示パネル100に投影し、表示パネル100で反射して観察者の左右の眼EL、ERにそれぞれ観察用の瞳を拡大させて映像を結像するように構成されている。 10

【0072】

保持部材103は支持アーム104との連結部104aを介して矢印方向に回動可能に連結されており、支持アーム104は支持部本体105に連結部104bを介して矢印方向に回動可能に連結されており、保持部材103、支持アーム104を所望方向に回動させることで、観察者の観察姿勢を変えることができるようになっている。また、保持部材103には操作部103aが設けられており、所望方向への回動がしやすくなっている。

【0073】

また、支持部本体105はキャスター105aが付いており、支持部本体105を移動させることで観察位置を変えることができるようになっている。 20

【0074】

図19は、本発明による立体観察システムを応用した製品の他の実施例を示す説明図である。この実施例の製品は図18と同様の保持部材103に取り付けられた反射型立体投影観察装置を支持する支持アーム104を支持する支持部本体105を天井106に取り付けて構成されている。本実施例のように構成すれば、立体投影観察装置を置くスペースを省略することができる。

【0075】

図20は、本発明による立体観察システムを応用した製品の他の実施例を示す説明図である。本実施例の製品は、支持アーム104を手術用の椅子107に取り付けて構成されている。表示パネル100は保持部材103bに取り付けられ、投影装置101L、101Rは保持部材103cに取り付けられている。そして、保持部材103bは、保持部材103cに回動可能に取り付けられており、表示パネル100の投影装置101L、101Rに対する向きを所定方向に変えることができるようになっている。投影装置101L、101Rを取り付けた保持部材103cは、支持アーム104に連結部104cを介して360°回動可能に取り付けられており、表示パネル100及び投影装置101L、101Rの向きを所定方向に変えることができるようになっている。さらに、表示パネル100の左右側方には取っ手108が設けられており、表示パネル100に直接手を触れずに向きの調整操作がしやすくなっている。また、手術用の椅子107にはキャスター107aが設けられており、手術用椅子107を移動させることで観察位置を変えることができるようになっている。 30 40

【0076】

図21は、本発明による立体観察システムを応用した製品の他の実施例を示す説明図である。本実施例の製品は、キャスター105a付き支持部本体105及び連結部104cを介して回動可能な支持アーム104を備えた手術用顕微鏡の画像入力部109に、投影装置101L、101Rと表示パネル100とが保持部材103に取り付けられた2台の立体投影観察装置を保持部材103を介して取り付け構成されている。手術用顕微鏡の画像入力部109には2台のカメラが内蔵され、入力画像はそれぞれの立体投影観察装置の投影装置101L、101Rに送られるように構成されており、手術用顕微鏡での立体画像が複数の観察者に同時に観察できるようになっている。 50

【0077】

そして、図18～図21に示した実施例の製品の立体観察システムは、手術用顕微鏡の表示装置、内視鏡の表示装置、医療関連の立体情報画像の表示装置、コンピュータを用いたゲーム機等の娯楽製品の表示装置、各種立体(3D)のCAD画像等の業務関連の立体(3D)画像の表示装置等に適用可能である。

【0078】

図22は、本発明の投影光学装置を用いた手術用立体観察システムの1実施例を示す説明図である。本実施例の製品は、キャスター105a付き支持部本体105に自在アーム110を介して3次元方向に移動自在で360°回転自在に支持アーム104が取り付けられ、その支持アーム104に連結部104dを介して同様に移動自在、回転自在に保持部材103が取り付けられ、その保持部材103に投影装置101L、101Rと表示パネル100とが取り付けられている。一方、支持アーム104先端には、手術用顕微鏡の画像入力部109が取り付けられ、その画像入力部109には2台のカメラが内蔵され、入力画像は立体投影観察装置の投影装置101L、101Rに送られるように構成されており、手術用顕微鏡で患者Pの患部の立体画像を観察しながら手術を行うことができるようになっている。

【0079】

また、上記のような本発明による反射型の接眼光学系である凹面鏡2あるいはフレネルフレネル反射鏡2'とその前面に配置された透過型ホログラムからなる拡散板3とからなる反射型の表示パネル100は、立体画像の表示のみならず、単一画像を表示する投影表示装置としても利用可能である。そのような投影表示装置としての携帯電話の例を図23、図24に示す。図23、図24は携帯電話138に操作者自身や通話相手等の撮画像と電話番号等の情報を投影表示する本発明の投影表示装置を備え、そのために投影装置101(図17～図22の場合と同様に、R、G、Bの投影光学系1R、1G、1Bの組を投影装置101とする。)と反射型の表示パネル100を設けてその射出瞳4'の位置でその表示映像を無理なく観察できるようにしている。この携帯電話138には、操作者の声を情報として入力するマイク部139と、通話相手の声を出力するスピーカ部140と、通信電波の送信と受信を行うアンテナ141と、操作者が情報を入力する操作ボタン142と、上記の投影表示装置とが設けられている。図23は、表示パネル100を携帯電話138に対して開閉する機構を持っており、携帯時は折り畳んでポケット等に収納することが可能となる。また、図24は、表示パネル100は携帯電話138の本体内部に固定され、折り畳まずにそのままポケット等に収納するものである。

【0080】

以上の本発明の投影光学装置は例えば次のように構成することができる。

【0081】

〔1〕 各々表示素子を含みその表示素子に表示された映像を拡大投影する投影光学系を少なくとも3つ備え、前記少なくとも3つの投影光学系の射出瞳を観察者側に投影する凹面鏡と、前記少なくとも3つの投影光学系で投影された像近傍に配置され、前記凹面鏡で投影される前記少なくとも3つの投影光学系の射出瞳の像を拡大する透過型ホログラムからなる拡散板とを備えており、前記凹面鏡で投影され、前記透過型ホログラムからなる拡散板で拡大された各投影光学系の射出瞳の像が相互に少なくとも一部重なって投影されることを特徴とする投影光学装置。

【0082】

〔2〕 前記少なくとも3つの投影光学系から前記拡大された各投影光学系の射出瞳の像に至る光線が前記透過型ホログラムからなる拡散板を2回透過する配置において、1回目に前記透過型ホログラムからなる拡散板を透過する角度と、2回目に前記透過型ホログラムからなる拡散板を透過する角度とが異なるように配置されていることを特徴とする上記1記載の投影光学装置。

【0083】

〔3〕 前記凹面鏡がフレネル凹面反射鏡からなることを特徴とする上記1又は2記載の

投影光学装置。

【0084】

〔4〕 前記透過型ホログラムからなる拡散板の拡散角は、半値全幅で 20° 以下であることを特徴とする上記1から3の何れか1項記載の投影光学装置。

【0085】

〔5〕 光強度が $1/10$ になる全幅の拡散角が 40° 以下であることを特徴とする上記1から4の何れか1項記載の投影光学装置。

【0086】

〔6〕 前記少なくとも3つの投影光学系からの軸上主光線が前記凹面鏡に斜めに入射するように配置されていることを特徴とする上記1から5の何れか1項記載の投影光学装置 10

【0087】

〔7〕 前記透過型ホログラムからなる拡散板の1回目及び2回目透過時に回折されてない0次光が前記拡大された各投影光学系の射出瞳の像に入射しないように構成されていることを特徴とする上記1から6の何れか1項記載の投影光学装置。

【0088】

〔8〕 前記透過型ホログラムからなる拡散板が、回折による屈曲作用を有することを特徴とする上記1から7の何れか1項記載の投影光学装置。

【0089】

〔9〕 前記透過型ホログラムからなる拡散板によるd線の軸上主光線の屈曲角を γ とするとき、 20

$$10^\circ < \gamma < 20^\circ \quad \dots (3)$$

なる条件を満足することを特徴とする上記1から8の何れか1項記載の投影光学装置。

【0090】

〔10〕 前記凹面鏡へのd線の軸上主光線の入射角を β とすると、

$$5^\circ < \beta < 20^\circ \quad \dots (4-1)$$

の関係を満たすことを特徴とする上記1から9の何れか1項記載の投影光学装置。

【0091】

〔11〕 前記透過型ホログラムからなる拡散板によるd線の軸上主光線の屈曲角を γ 、前記凹面鏡へのd線の軸上主光線の入射角を β とすると、 30

$$0.5 < \gamma / \beta < 2 \quad \dots (5)$$

の関係を満たすことを特徴とする上記1から10の何れか1項記載の投影光学装置。

【0092】

〔12〕 前記少なくとも3つの投影光学系により色分解像が前記透過型ホログラムからなる拡散板近傍に重畳して投影されることを特徴とする上記1から11の何れか1項記載の投影光学装置。

【0093】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によると、投影光学系の射出瞳を観察位置に投影し、かつ、その投影された射出瞳の像を制限された領域まで拡大する拡散ホログラムを用いて、簡単な構成で小型でありながら、照明効率が良く明るい投影光学装置を提供することができる。 40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づき構成される投影光学装置の1つの投影光学系による模式的光路図(a)と本発明に基づき構成される投影光学装置の配置例を示す図(b)である。

【図2】1回目の通過で屈曲される透過型ホログラムからなる拡散板と接眼光学系の凹面鏡との組み合わせの光路図であり、(a)は拡散板が拡散作用のみで光路の屈曲作用を持たない場合、(b)は拡散板の屈曲方向が法線に対する入射角に対して回折角が小さくなる方向の場合、(c)は入射角に対して回折角が大きくなる方向の場合である。

【図3】2回目の通過で屈曲される透過型ホログラムからなる拡散板と接眼光学系の凹面 50

鏡との組み合わせの光路図であり、(a)は拡散板の屈曲方向が法線に対する入射角に対して回折角が小さくなる方向の場合、(b)は入射角に対して回折角が大きくなる方向の場合である。

【図4】接眼光学系の凹面鏡が偏心している場合の1回目の通過で屈曲される透過型ホログラムからなる拡散板と凹面鏡との組み合わせの光路図であり、(a)～(c)はそれぞれ図2(a)～(c)に対応する図である。

【図5】本発明の実施例1のY-Z断面内の光路図であり、各波長の0次光の光路を同時に示す図である。

【図6】本発明の実施例1のY-Z断面内の光路図であり、各波長の表面正反射光の光路を同時に示す図である。

【図7】本発明の実施例1の拡散板に用いる透過型ホログラムの撮影配置を示す図であり、(a)は透過型ホログラムと点光源、拡散面光源の位置関係を示す図、(b)はホログラムの寸法を示す図、(c)は拡散面光源の寸法を示す図である。

10

【図8】本発明の実施例2の図5と同様の図である。

【図9】本発明の実施例2の図6と同様の図である。

【図10】本発明の実施例2の図7と同様の図である。

【図11】本発明の実施例3の図5と同様の図である。

【図12】本発明の実施例3の図6と同様の図である。

【図13】本発明の実施例3の図7と同様の図である。

【図14】本発明の実施例4の図5と同様の図である。

20

【図15】本発明の実施例4の図6と同様の図である。

【図16】本発明の実施例4の図7と同様の図である。

【図17】本発明による立体観察システムを応用した製品の1実施例を示す説明図である。

【図18】本発明による立体観察システムを応用した製品の他の実施例を示す説明図である。

【図19】本発明による立体観察システムを応用した製品の他の実施例を示す説明図である。

【図20】本発明による立体観察システムを応用した製品の他の実施例を示す説明図である。

30

【図21】本発明による立体観察システムを応用した製品の他の実施例を示す説明図である。

【図22】本発明の投影光学装置を用いた手術用立体観察システムの1実施例を示す説明図である。

【図23】本発明の投影光学装置を携帯電話に適用した場合の斜視図である。

【図24】本発明の投影光学装置を携帯電話に適用した別の場合の斜視図である。

【符号の説明】

M…観察者

E、EL、ER…観察者眼球

P…患者

40

1…投影光学系

1R…Rの色分解像を表示する投影光学系

1G…Gの色分解像を表示する投影光学系

1B…Bの色分解像を表示する投影光学系

2…凹面鏡(接眼光学系)

2'…フレネル凹面反射鏡

3…透過型ホログラムからなる拡散板

4…射出瞳像

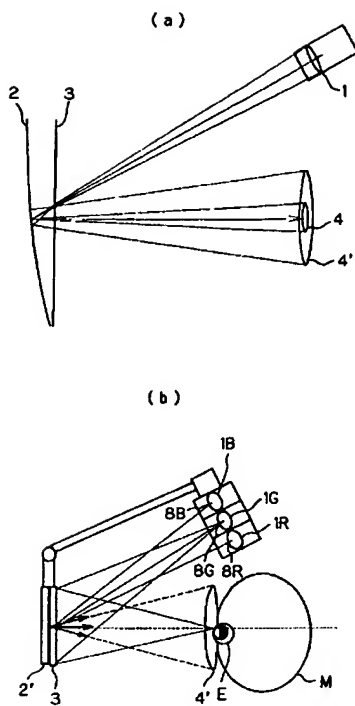
4'…拡大された射出瞳像

6…投影光学系からの軸上主光線

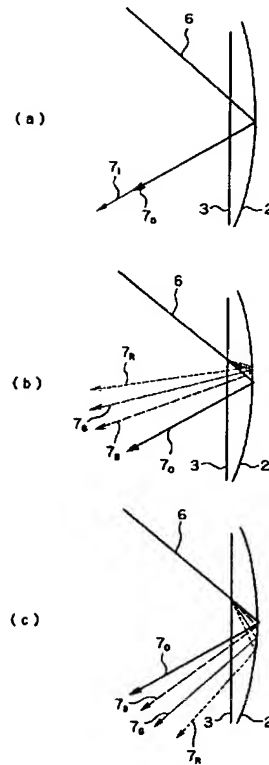
50

7 ₀	… 0 次光	
7 ₁	… 主光線	
7 _R 、7 _G 、7 _B	… R、G、B の波長の主光線（中心光線）（回折光）	
8 _R	… R の色分解像を表示する投影光学系の射出瞳	
8 _G	… G の色分解像を表示する投影光学系の射出瞳	
8 _B	… B の色分解像を表示する投影光学系の射出瞳	
1 1 _R	… R の 0 次光	
1 1 _G	… G の表面正反射光	
1 1 _B	… B の表面正反射光	
1 2 _R	… R の表面正反射光	10
1 2 _G	… G の表面正反射光	
1 2 _B	… B の表面正反射光	
1 0 0	… 表示パネル	
1 0 1 L、1 0 1 R	… 投影装置	
1 0 2	… 投影装置制御装置	
1 0 3	… 保持部材	
1 0 3 a	… 操作部	
1 0 3 b	… 保持部材	
1 0 3 c	… 保持部材	
1 0 4	… 支持アーム	20
1 0 4 a	… 連結部	
1 0 4 b	… 連結部	
1 0 4 c	… 連結部	
1 0 4 d	… 連結部	
1 0 5	… キャスター付き支持部本体	
1 0 5 a	… キャスター	
1 0 6	… 天井	
1 0 7	… 椅子	
1 0 7 a	… キャスター	
1 0 8	… 取っ手	30
1 0 9	… 画像入力部	
1 1 0	… 自在アーム	
1 3 8	… 携帯電話	
1 3 9	… マイク部	
1 4 0	… スピーカ部	
1 4 1	… アンテナ	
1 4 2	… 操作ボタン	

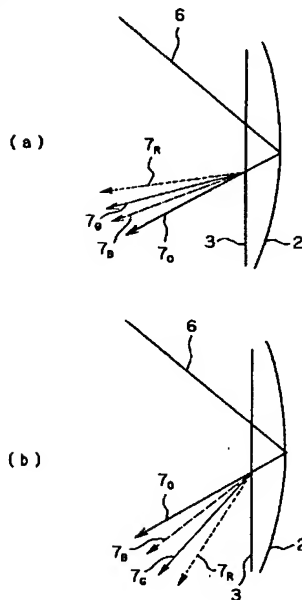
【図 1】



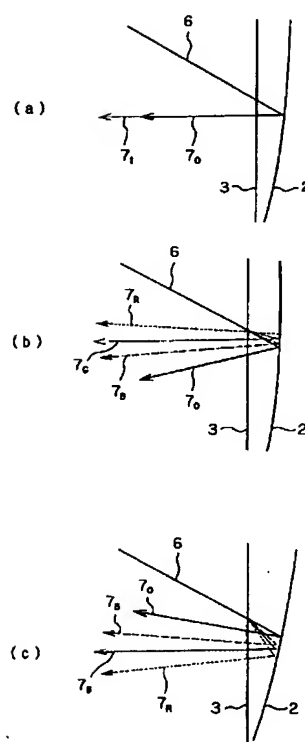
【図 2】



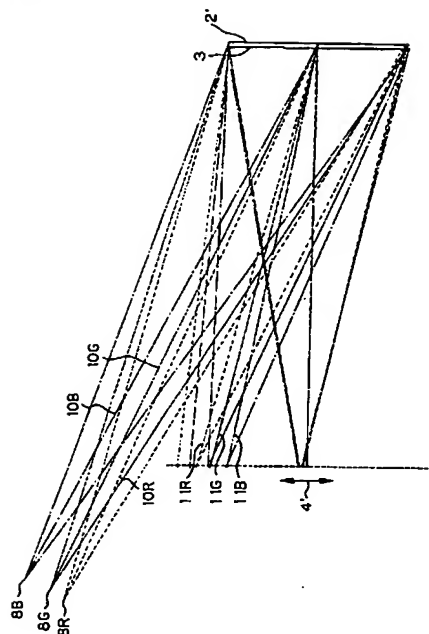
【図 3】



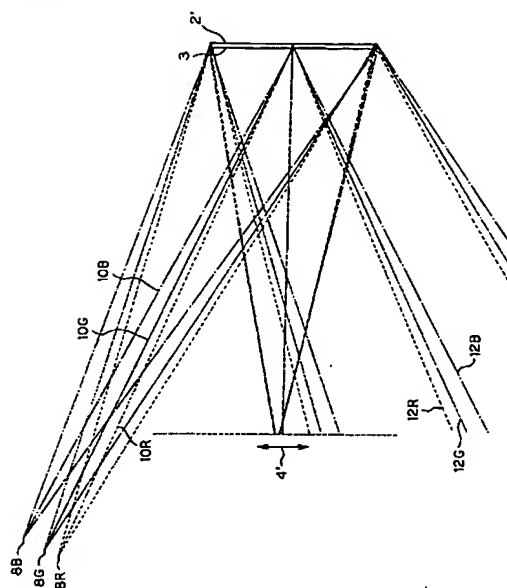
【図 4】



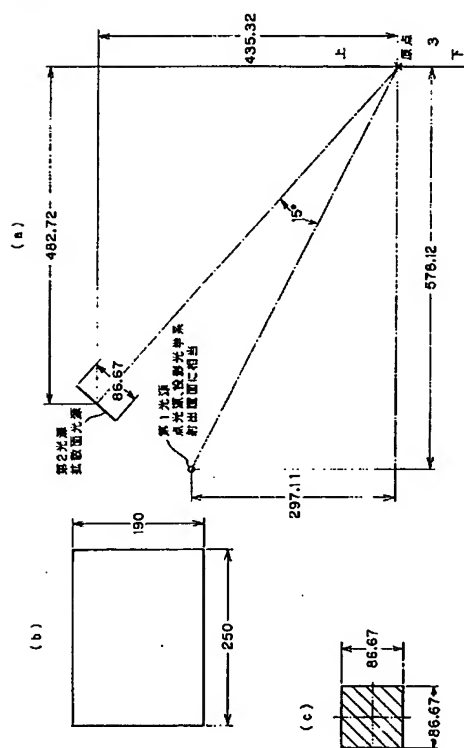
【 例 5 】



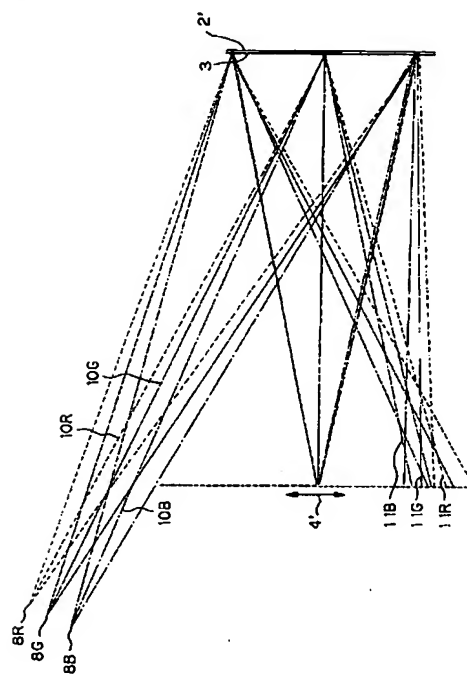
【 図 6 】



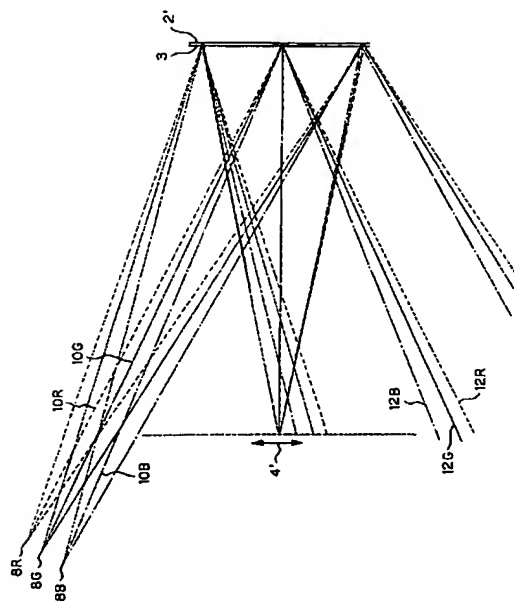
【 図 7 】



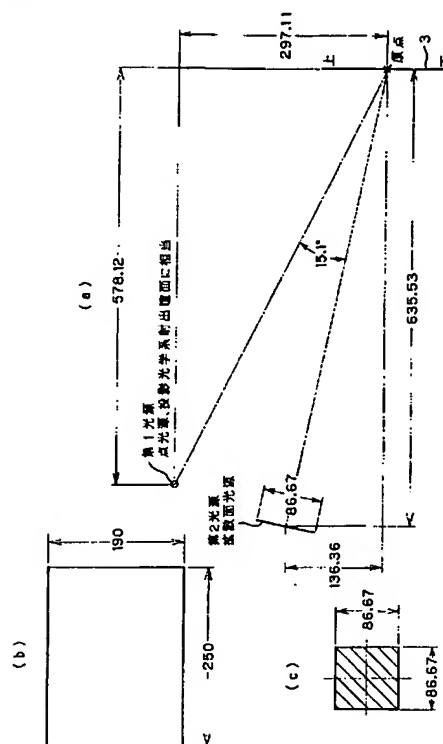
【 8 】



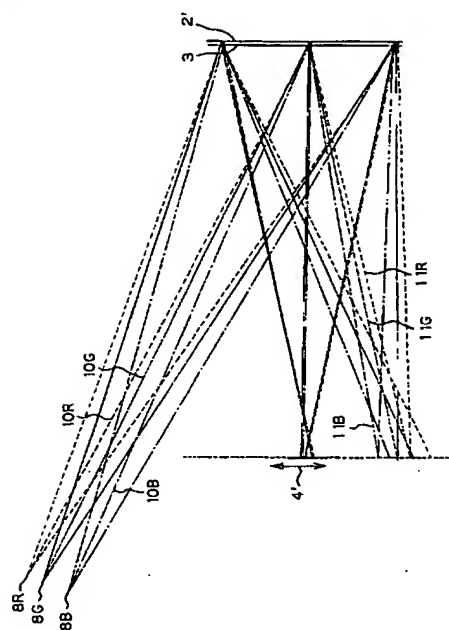
【図9】



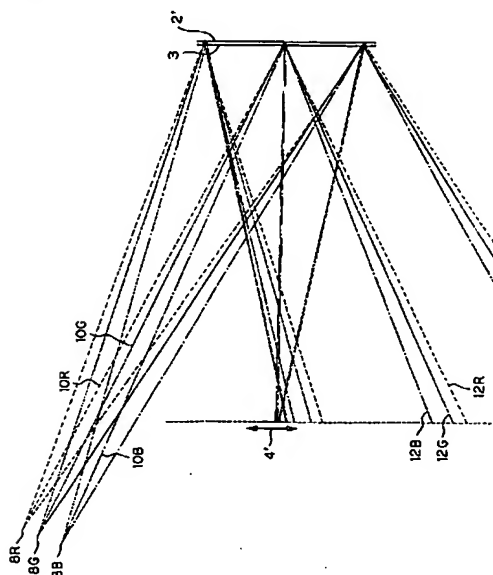
【図10】



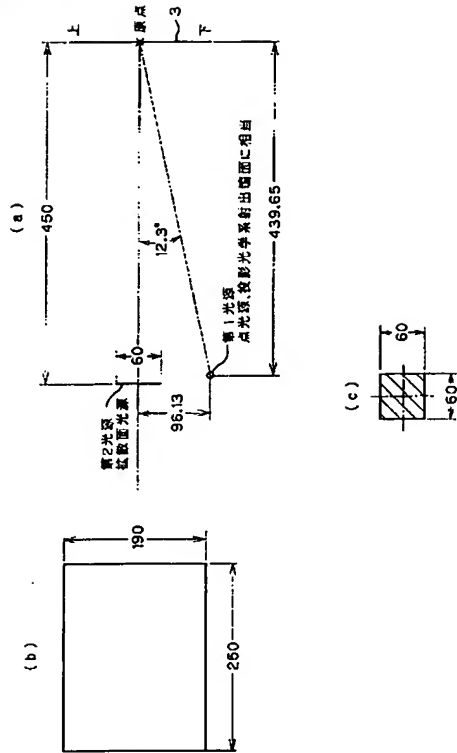
【図11】



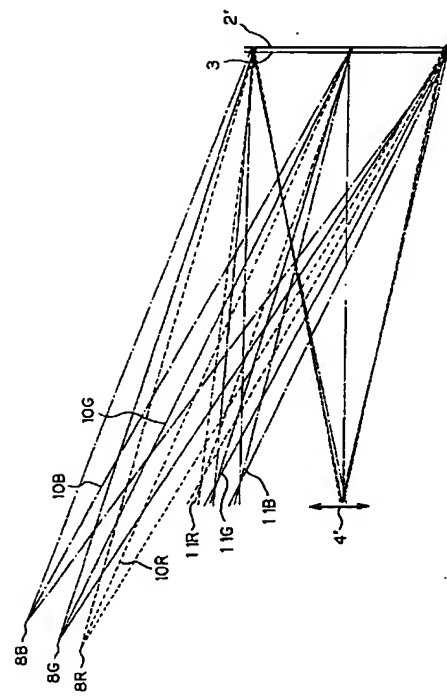
【図12】



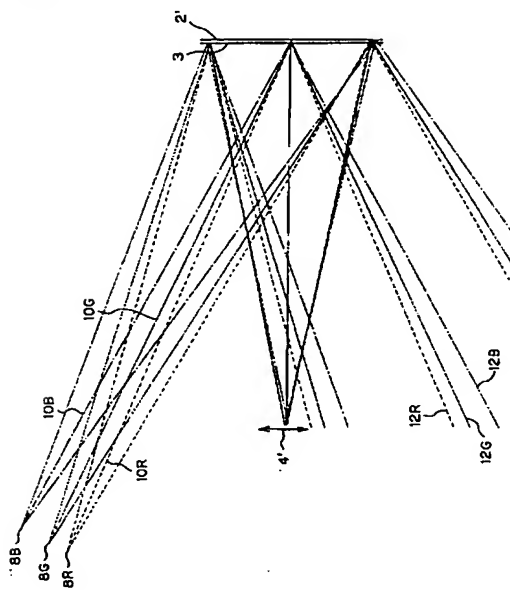
【 例 1 3 】



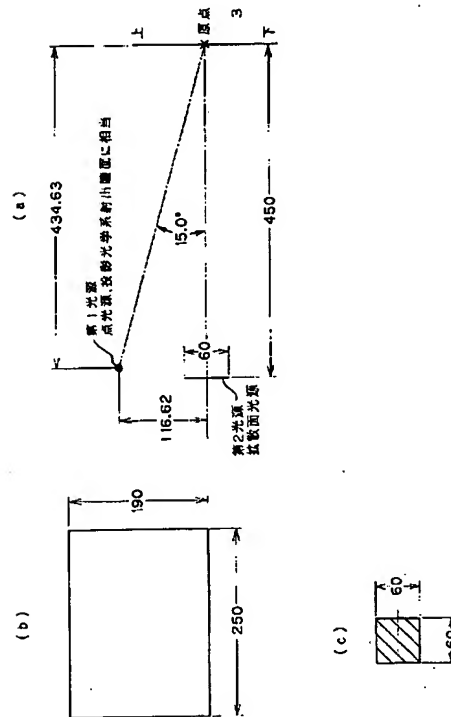
【 1 4 】



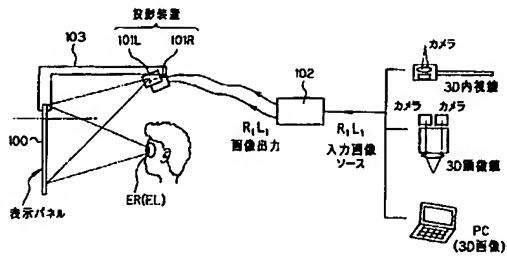
【 1 5 】



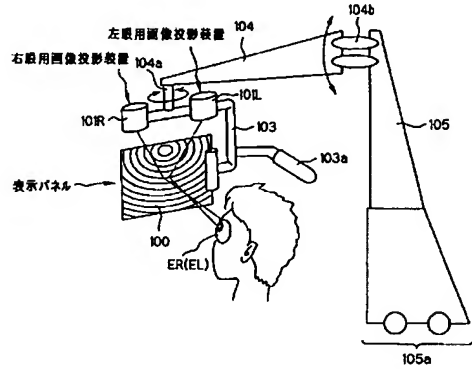
【例 16】



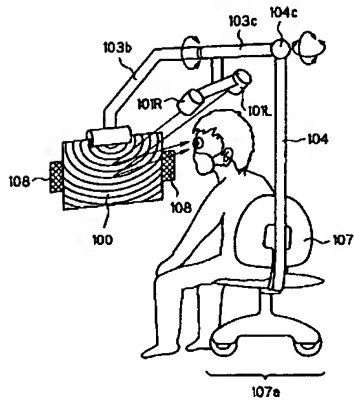
【図17】



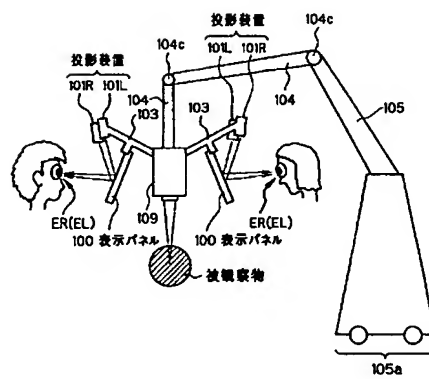
【図18】



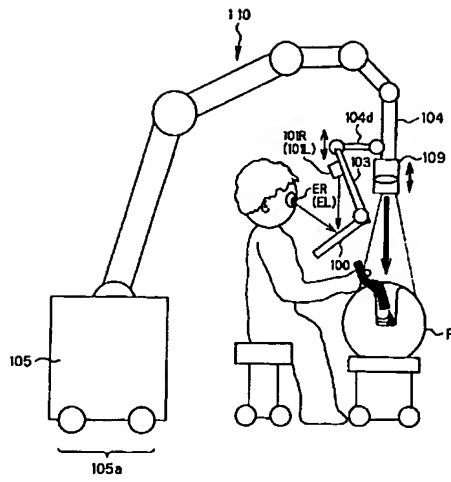
【図20】



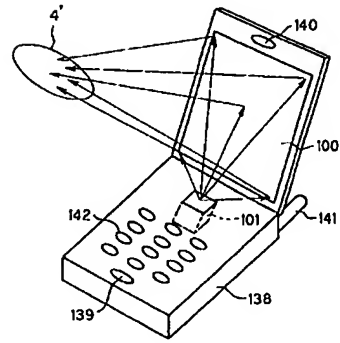
【図21】



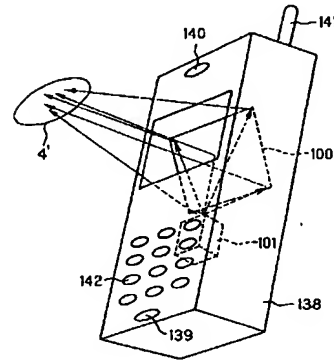
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100094787

弁理士 青木 健二

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 研野 孝吉

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号

オリンパス光学工業株式会社内

Fターム(参考) 5C061 AA06 AB14 AB16

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.